

**ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA AMPARO DE
SÃO FRANCISCO - SERGIPE, BRASIL**

**CLIMATE ANALYSIS AND CLASSIFICATION FOR SÃO
FRANCISCO - SERGIPE, BRAZIL**

MANOEL VIEIRA DE FRANÇA

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
manoelvieirapesquisa@gmail.com

ROMILDO MORANT DE HOLANDA

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
romildomorant@gmail.com

RAIMUNDO MAINAR DE MEDEIROS

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
mainarmedeiros@gmail.com

LUCIANO MARCELO FALLÉ SABOYA

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
lsaboya@hotmail.com

FERNANDO CARTAXO ROLIM NETO

Universidade Federal Rural de Pernambuco
fernandocartaxo@yahoo.com.br

WAGNER RODOLFO DE ARAÚJO

Faculdade Estácio de Sá
wagneraraujops@gmail.com

Resumo: Tem-se como objetivo realizar as classificações climáticas através da metodologia desenvolvida por Thornthwaite; Thornthwaite e Mather para Amparo de São Francisco - SE Brasil, com o intuito de subsidiar projetos de desenvolvimento, planejamento e ocupação agrícola, bem como, contribuir para a utilização racional de terras do Estado, gerando informações importantes para a racionalização das diversas atividades bem sucedidas na agricultura. Utilizaram-se das séries pluviais e térmicas dos períodos de 1963-2020, seguidamente das séries de 19 anos compreendido entre 1963-1982; 1983-2011 e 2002-2020 computaram-se o balanço hídrico e plotou-se seus referidos gráficos. Para fins de análise de tendência climática, as classificações dos períodos foram comparadas posteriormente. Registraram-se três tipos climáticos. Para os períodos 1963-2020; a classificação foi do tipo $B_1d'A'C'_1$; entre 1963-1982 registrou-se o tipo climático $B_1WA'C'_1$ e para os períodos 1983-2001 e 2002-2020, foi o tipo $C_2S_2A'C'_1$. As anomalias negativas foram registradas nos seguintes elementos meteorológicos: Precipitação, evapotranspiração e evaporação. Os déficits hídricos apresentaram anomalias positivas entre setembro a

março com maiores intensidades em meses isolados. Os índices de aridez e umidade registraram altas flutuabilidades demonstrando que o município tende ficar cada vez mais seco.

Palavras-chave: Classificação climática; Índices pluviométrico e térmico; Balanço hídrico.

Abstract: The objective is to carry out climatic classifications through the methodology developed by Thornthwaite; Thornthwaite and Mather for Amparo de São Francisco - SE Brazil, in order to subsidize agricultural development, planning and occupation projects, as well as to contribute to the rational use of State lands, generating important information for the rationalization of the various well-being activities. successful in agriculture. The rainfall and thermal series from the 1963-2020 periods were used, followed by the 19-year series from 1963-1982; 1983-2011 and 2002-2020 the water balance was computed and their graphs were plotted. For the purpose of analyzing the climate trend, the classifications of the periods were compared later. Three climatic types were recorded. For the periods 1963-2020; the classification was of the type B1d'A'C'1; between 1963-1982 the climatic type B1WA'C'1 was registered and for the periods 1983-2001 and 2002-2020, it was the type C2S2A'C'1. Negative anomalies were recorded in the following meteorological elements: Precipitation, evapotranspiration and evaporation. Water deficits showed positive anomalies between September and March with greater intensity in isolated months. The indexes of aridity and humidity registered high fluctuations, demonstrating that the municipality tends to get drier and drier.

Keyword: Climatic classification; Rainfall and thermal indices; Hydric balance.

Introdução

O conhecimento do balanço hídrico (BH) de uma região reúne potencialidades e fragilidades da prática agrícola, seus excedentes hídricos contribuem para a exploração agrícola da área do estudo em ocasião dos eventos climáticos (MEDEIROS, 2020).

Os autores Holanda *et al.* (2019), Matos (2018) e Passos *et al.* (2016) mostraram que o BH é obtido computando a demanda hídrica da precipitação, evapotranspiração, evaporação, armazenamento d'água, deficiência hídrica e excedente hídrico. Por meio das informações dos fluxos de entrada (chuva) e saída (evaporação) d'água, o balanço hídrico demonstra seu período de deficiência e excedente hídrico, fornecendo informações valiosas aos agricultores, pesquisadores, tomadores de decisões, entre outras aplicações da área.

A classificação climática recomenda identificar área ou região com zonas de particularidades relativamente homogêneas, fornecendo sugestões valiosas sobre as condições ambientais (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005). As variáveis climáticas anuais são de importâncias fundamentais à aplicação na agropecuária (SILVA *et al.*, 2010; SENTELHAS *et al.*, 2008), além da adaptabilidade das culturas aos diversos fatores em diferentes solos e locais (MONTEIRO, 2009).

Medeiros *et al.* (2013) revelaram que as espécies climáticas e hidrológicas de dada região são os elementos básicos na avaliação das disponibilidades hídricas regionais. Os estudos hidroclimáticos têm como princípio básico orientar o desenvolvimento dos trabalhos na definição do modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Tem-se como objetivo realizar as classificações climáticas utilizando a metodologia sugerida por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite *et al.* (1955) para Amparo de São Francisco - SE, Brasil com o intuito de subsidiar projetos de desenvolvimento, planejamento e ocupação agrícola, como também, contribuir para a utilização racional de terras do Estado gerando informações importantes para o desenvolvimento das diversas atividades agrícolas produtivas.

Material e métodos

Amparo de São Francisco limita-se com: Telha a Leste e a Sul, Canhoba a Oeste, o Estado de Alagoas a Norte. Com altitude de 51 metros e coordenadas geográficas entre 10°08'04" Sul e 36°55'46" Oeste (Figura 1).

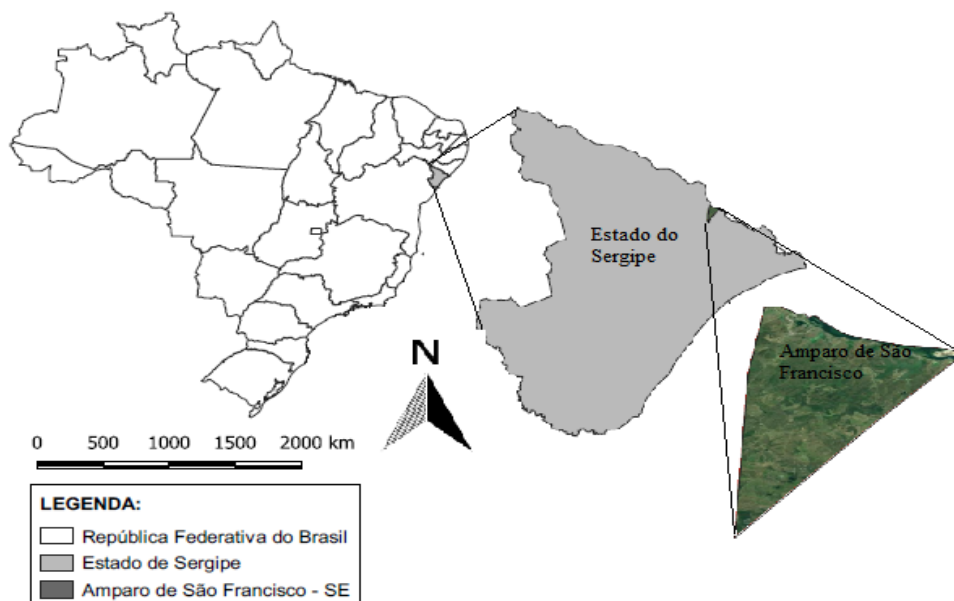


Figura 1. O Estado do Sergipe e o posicionamento da cidade de Amparo de São Francisco. Fonte: França (2021).

Os dados de precipitações mensais e anuais foram adquiridos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO - SE, 2021) entre 1963 a 2020. As séries de temperatura média foram estimadas pelo Estima - T (CAVALCANTI *et al.*, 1994; CAVALCANTI *et al.*, 2006), para o mesmo período pluvial.

O BH utilizado para calcular a disponibilidade d'água e para estabelecer os valores numéricos dos parâmetros do Balanço hídrico climatológico (BHC). Contabiliza a precipitação perante evapotranspiração potencial, considerando a capacidade de campo de armazenamento d'água no solo (CAD). O método utilizado para determinar o balanço hídrico foi a metodologia desenvolvida segundo Thornthwaite (1948) e Thornthwaite *et al.* (1955) a estrutura do cálculo foi realizada em planilhas eletrônicas em conformidade com Medeiros, (2016).

Os dados pluviais e térmicos médios do período de 1963-2020, seguidamente das séries de 19 anos compreendido entre 1963-1982; 1983-2011 e 2002-2020 realizando-se seu BHC e plotando-se seus referidos gráficos para a realização das classificações climáticas para ambos os períodos segundo o método de Thornthwaite (1948; 1955). Para fins de análise de tendência climática das classificações de ambos os períodos, foram comparados posteriormente.

O índice hídrico (I_h) foi determinado pela equação.

$$I_h = 100 * (EXC/ETP)$$

O índice de aridez (I_a) foi estabelecido pela equação.

$$I_a = 100 * (DEF/ETP)$$

O índice de umidade e os índices hídricos e aridez são responsável para definir o tipo climático da área (CUNHA *et al.*, 1999), a primeira indicação da fórmula climática identifica-se por uma letra alfabética maiúscula, com ou sem um algarismo subscrito

(Tabela 1). O índice umidade abrange os períodos úmidos a seco durante todo o ano em sua classe climática (THORNTHWAITE, 1948). Segundo o autor, se ocorrer uma situação onde o déficit hídrico não ultrapassa 60% dos excessos hídricos no período úmido, não acarretará em um período de seca. Este índice foi aplicado para realizar a classificação da área, dada pela equação.

$$I_u = I_h - 0,6 * I_a$$

Na Tabela 2 têm-se os subtipos climáticos diferenciando os períodos de umidade e aridez que ocorreram durante o ano em função da distribuição pluviometria.

A terceira letra da fórmula é imprescindível no índice de eficiência térmica. Este índice térmico corresponde ao valor numérico da evapotranspiração, sendo função direta da temperatura do ar e do fotoperíodo diário. É representado por uma letra maiúscula com apóstrofo e, com ou sem um algoritmo subscrito (Tabela 3).

A quarta letra da fórmula é determinada considerando-se a porcentagem evaporativa que se registra nos meses de verão fornecendo o subtipo climático (Tabela 4).

Tabela 1. Chave inicial da classificação levando em considerações os índices de umidade (I_u %).

Tipos climáticos	Índice de umidade
A – Super úmido	$100 \leq I_u$
B ₄ - Úmido	$80 \leq I_u < 100$
B ₃ - Úmido	$60 \leq I_u < 80$
B ₂ - Úmido	$40 \leq I_u < 60$
B ₁ - Úmido	$20 \leq I_u < 40$
C ₂ - Subúmido	$0,0 \leq I_u < 20$
C ₁ – Subúmido seco	$-33,3 \leq I_u < 0,0$
D – Semiárido	$-66,7 \leq I_u < -33,3$
E – Árido	$-100 \leq I_u < -66,7$

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 2. Segunda chave da classificação fundamentada nos índices de aridez e umidade.

Climas úmidos (A, B ₄ , B ₃ , B ₂ , B ₁ e C ₂)	Índice de Aridez (I _a)	Climas secos (C ₁ , D e E)	Índice de Umidade (I _u)
r – pequena ou nenhuma deficiência d’água	0 – 16,7	D – pequeno ou nenhum Excesso de água	0 -10
s – moderada deficiência no verão	16,7 – 33,33	S – moderado excesso de Inverno	10 – 20
W – moderada deficiência no inverno	16,7 – 33,33	W - moderado excesso de verão	- 20
S ₂ – grande deficiência no verão	>33,33	S ₂ - largo excesso de inverno	20
W ₂ - grande deficiência no inverno	33	W ₂ - largo excesso de verão	20

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 3, Terceira chave da classificação aprimorada através do índice térmico (ETo anual)

Tipo climático	Índice térmico (ETo anual)
A' - megatérmico	≥ 1.140
B' ₄ - mesotérmico	997 – 1.140
B' ₃ - mesotérmico	855 – 997
B' ₂ - mesotérmico	712 – 855
B' ₁ - mesotérmico	570 – 712
C' ₂ - microtérmico	427 – 570
C' ₁ - microtérmico	285 – 427
D' - Tundra	142 - 285
E' – gelo perpetuo	< 142

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 4. Quarta chave da classificação baseado na relação entre a ETP de verão (ETPv) e anual (ETP).

Subtipo climático	Concentração da ETP no verão (%)
a'	< 45,0%
b'4	48,0 – 51,9
b'3	51,9 – 56,3
b'2	56,3 – 61,6
b'1	61,6 – 68,0
c'2	68,0 - 76,3
c'1	76,3 – 88,0
d'	>88,00

Fonte: Ometto (1981).

Resultados e discussão

Na Tabela 5 têm-se os elementos que compõem o BH para Amparo de São Francisco – Sergipe entre 1963-2020. A temperatura anual é 25,9°C, fluindo de 23,1°C (julho) a 28,0°C (março). Sendo janeiro a abril o de temperaturas elevadas do ano, correspondente as maiores taxas evaporativas. Os valores do intervalo cumprem as exigências cultivares da região (feijão, milho, fava entre outras), os quais registram bom incremento fisiológico com temperatura oscilando entre 18°C a 34°C, temperaturas abaixo ou acima destas faixas, podem prejudicar o desenvolvimento reprodutivo das plantas, promovendo o abortamento e queda das flores, (Matos *et al.* 2014; Ferreira *et al.* 2014), também evidenciaram em seus sobre a fruticultura no estado do Ceará que a temperatura do ar é um fator delimitante das cultivares para um melhor desenvolvimento.

Os déficits hídricos (Tabela 5) registram-se de setembro a março totalizando 556,6 mm. Os excedentes ocorreram entre junho a agosto com 135,8 mm. Evapotranspirou 64,1% acima do valor precipitado, suas oscilações mensais fluíram entre 18,3% em novembro a 183,6% em julho. O índice evaporativo anual foi igual ao registro pluvial anual.

Tabela 5. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 1963-2019. T= Temperatura, PREC = Precipitação, ETP = Evapotranspiração potencial, EVR = evaporação, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico, %PREC/ETP = Percentual da chuva sobre a ETP.

Meses	T	PREC	ETP	EVR	DEF	EXC	%PREC/ETP
	°C	mm					
Janeiro	27,5	47,8	161,8	49,8	112,0	0,0	29,6
Fevereiro	27,8	59,0	154,9	59,6	95,3	0,0	38,1
Março	28,0	80,4	172,4	80,6	91,8	0,0	46,6
Abril	27,3	172,6	148,1	148,1	0,0	0,0	116,5
Maiο	25,6	191,3	120,0	120,0	0,0	0,0	159,5
Junho	24,3	162,1	94,8	94,8	0,0	63,3	171,0
Julho	23,1	150,0	81,7	81,7	0,0	68,3	183,6
Agosto	23,2	88,5	84,3	84,3	0,0	4,2	105,0
Setembro	24,2	65,5	95,9	91,7	4,2	0,0	68,4
Outubro	26,0	40,8	130,6	84,6	46,1	0,0	31,2
Novembro	27,0	27,3	149,0	48,5	100,5	0,0	18,3
Dezembro	27,1	44,9	157,6	50,9	106,7	0,0	28,5
Anual	25,9	994,6	1551,2	994,6	556,6	135,8	64,1

Fonte: Autores (2021).

As variabilidades das DEF devem ser observadas no planejamento agrícola, tendo em vista uma agricultura segura e viável, recomenda-se o uso da irrigação, quando existe a disponibilidade de fontes hídricas na área a trabalhar. As informações das espécies climáticas são importantes para realizar o planejamento das cultivares e o seu manejo durante o ciclo das culturas, observando-se atentiosamente a variabilidade pluvial e a intensidade evaporativa, evitam ou reduzem a ocorrência de déficit hídrico (MARENGO *et al.* 2004).

Na Figura 2 observam-se a distribuição gráfica do BH para Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-2020. Os excedentes hídricos registraram-se entre junho a agosto; reposição d'água em abril e junho; retiradas d'água de setembro a dezembro e deficiências hídricas setembro a março.

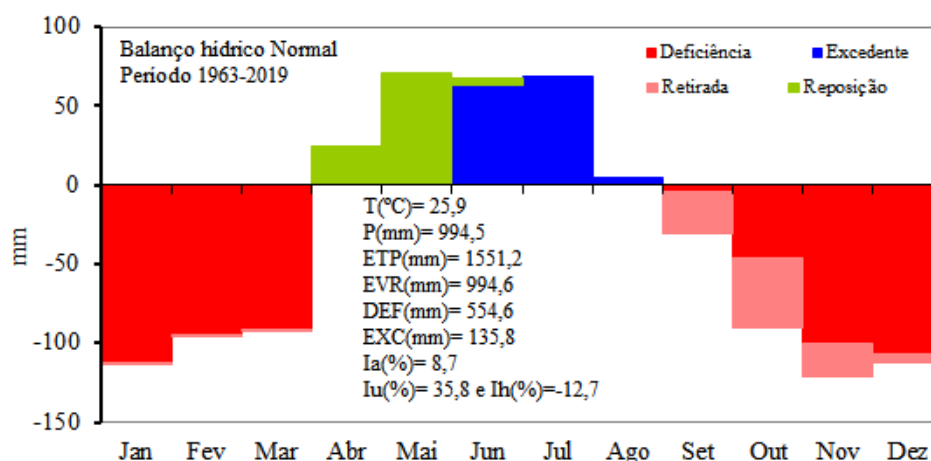


Figura 2. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-2020. Fonte: França (2021).

Na Tabela 6 tem-se o resultado do cálculo do BH em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 1963-1982. Destacam-se as oscilações térmicas com flutuações entre 22,9°C (julho) a 27,8°C (março) e com temperatura anual de 25,7°C. A precipitação anual é de 1135,6 mm e suas flutuações mensais registram-se entre 36,4 mm (novembro) a 272,9 mm (abril). Evapotranspirou 75,1% do valor pluviométrico anual, suas oscilações mensais podem ser observadas na coluna %prec/etp da Tabela 6. Evaporou igual ao índice pluvial anual. As deficiências hídricas registraram-se entre agosto a março, totalizando 376,5 mm, registrou-se 333,2 mm de excesso hídricos ocorridos entre os meses abril a agosto.

Na Figura 3 tem-se o gráfico do balanço hídrico para Amparo de São Francisco, Sergipe, correspondendo ao período 1963-1982. Reposição d'água ocorreu no mês de abril. Os excedentes hídricos registraram-se de abril a agosto. Reposição d'água no solo de setembro e janeiro e as deficiências hídricas predominaram entre setembro e março.

Tabela 6. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 1963-1982. T= Temperatura, PREC = Precipitação, ETP = Evapotranspiração potencial, EVR = evaporação, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico; %PREC/ETP = Percentual da chuva sobre a ETP.

Meses	T	PREC	ETP	EVR	DEF	EXC	%PREC/ETP
	°C	mm					
Janeiro	27,3	53,5	157,8	57,7	100,0	0,0	33,9
Fevereiro	27,6	102,7	150,9	103,5	47,4	0,0	68,0
Março	27,8	117,4	167,4	117,9	49,4	0,0	70,1
Abril	27,0	272,9	144,2	144,2	0,0	29,5	189,2
Mai	25,4	236,8	116,9	116,9	0,0	119,9	202,6
Junho	24,1	173,7	92,6	92,6	0,0	81,1	187,6
Julho	22,9	165,9	80,0	80,0	0,0	85,9	207,4
Agosto	23,0	99,2	82,4	82,4	0,0	16,8	120,3
Setembro	23,9	86,5	93,6	93,3	0,2	0,0	92,4
Outubro	25,8	45,1	127,7	97,5	30,2	0,0	35,4
Novembro	26,8	36,4	145,1	63,5	81,6	0,0	25,1
Dezembro	26,9	78,8	153,7	86,1	67,6	0,0	51,3
Anual	25,7	1135,6	1512,1	1135,6	376,5	333,2	75,1

Fonte: França (2021).

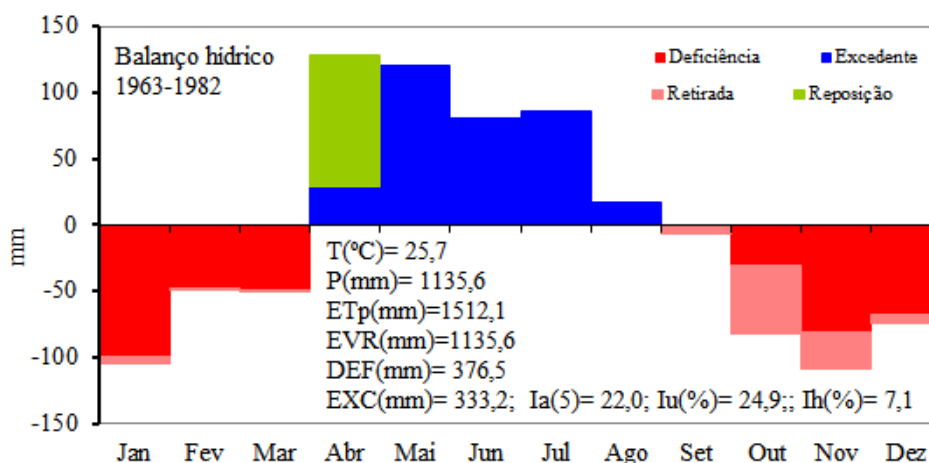


Figura 3. Balanço hídrico para Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-1982. Fonte: França (2021).

Na Tabela 7 têm-se as variabilidades do BH para Amparo de São Francisco, Sergipe no período 1983-2001. A temperatura oscila entre 23,2°C (julho) a 28,1°C (março) com média anual de 26,0°C e Precipitação de 927,3 mm e suas flutuações ocorrem entre 29,2 mm (novembro) a 174,7 mm (junho). Evapotranspirou 1562,9 mm corresponde a 59,3% do valor precipitado. Evaporou igual aos índices pluviiais (927,3 mm). As deficiências hídricas ocorreram entre setembro a março totalizando 635,6 mm. Os excedentes hídricos foram de 78,5 mm de junho e julho. Na coluna %prec/ETP tem-se os valores que evaporou acima dos índices pluviiais. Estudo como os dos autores Tavares *et al.*(2016) apresentaram resultados similares aos discutidos.

Tabela 7. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 1983-2001. T= Temperatura, PREC = Precipitação, ETP = Evapotranspiração potencial, EVR = evaporação, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico; %PREC/ETP = Percentual da chuva sobre a ETP.

Meses	T	PREC	ETP	EVR	DEF	EXC	%PREC/ETP
	°C	mm					
Janeiro	27,6	34,3	163,1	36,1	127,0	0,0	21,0
Fevereiro	27,9	36,1	156,5	36,6	119,9	0,0	23,1
Março	28,1	66,3	174,5	66,4	108,0	0,0	38,0
Abril	27,3	142,9	149,8	142,9	6,9	0,0	95,4
Maio	25,7	154,9	121,1	121,1	0,0	0,0	127,9
Junho	24,4	174,7	95,4	95,4	0,0	13,2	183,2
Julho	23,2	146,6	82,2	82,2	0,0	64,4	178,4
Agosto	23,3	85,8	84,9	84,9	0,0	0,9	101,0
Setembro	24,2	53,8	96,5	88,6	7,9	0,0	55,8
Outubro	26,0	42,4	131,3	80,8	50,5	0,0	32,3
Novembro	27,0	29,2	149,6	48,0	101,6	0,0	19,5
Dezembro	27,1	38,7	158,0	44,3	113,7	0,0	24,5
Anual	26,0	927,3	1562,9	927,3	635,6	78,5	59,3

Fonte: França (2021).

Na Figura 4 observam-se o gráfico do balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1983-2001. Os déficits hídricos registram-se de setembro

a abril; As retiradas d'água ocorrem de setembro a janeiro; Reposição d'água ocorreu entre maio e junho;

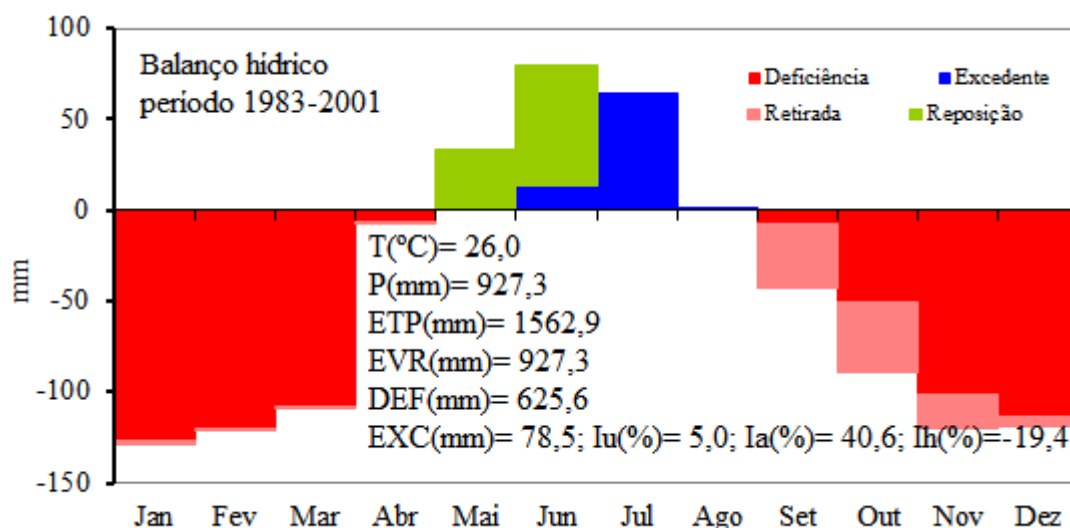


Figura 4. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1983-2001. Fonte: França (2021).

Na Tabela 8 têm-se as flutuações dos elementos do BH em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 2002-2019. Temperatura média anual de 26,1°C fluindo entre 23,3°C (julho) a 28,1°C (março). A pluviometria oscilou entre 16,2 mm (novembro) a 182,4 mm em maio. Evapotranspirou 54,1% dos acima dos valores pluviais e evaporou a mesma quantidade dos índices pluviais, o déficit hídrico anual e seus excedentes foram de 727,4 mm e 54,2 mm respectivamente. De maio a junho os valores pluviométricos superam os índices evapotranspirativo. Resultados similares foram encontrados nos estudos dos autores Tavares *et al.* (2016).

Na Figura 5 observam-se as flutuações do BH em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 2002-2020. O excedente hídrico ocorreu no mês de julho, as deficiências predominaram entre agosto a abril, a reposição d'água no solo ocorreu nos meses de maio e junho e a retirada d'água registrou-se entre agosto a dezembro. Estas flutuações estão em conformidades com os estudos do IPCC (2014), Marengo *et al.*, (2015) e Medeiros (2020).

Tabela 8. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe no período 2002-2019. T= Temperatura, PREC = Precipitação, ETP = Evapotranspiração potencial, EVR = evaporação, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico, %PREC/ETP = Percentual da chuva sobre a ETP.

Meses	T	PREC	ETP	EVR	DEF	EXC	%PREC/ETP
	°C	mm					
Janeiro	27,7	55,8	165,1	56,7	108,4	0,0	33,8
Fevereiro	27,9	37,7	157,8	38,0	119,7	0,0	23,9
Março	28,1	57,3	176,1	57,4	118,7	0,0	32,5
Abril	27,4	100,4	150,9	100,4	50,5	0,0	66,5
Maio	25,8	182,4	122,3	122,3	0,0	0,0	149,1
Junho	24,5	137,0	96,8	96,8	0,0	0,2	141,5
Julho	23,3	137,1	83,1	83,1	0,0	54,0	165,0
Agosto	23,4	80,3	85,8	85,7	0,1	0,0	93,6
Setembro	24,3	56,0	97,8	88,3	9,5	0,0	57,2
Outubro	26,1	34,4	133,4	73,5	59,9	0,0	25,8
Novembro	27,2	16,2	153,0	33,4	119,6	0,0	10,6
Dezembro	27,3	16,4	161,8	20,9	140,9	0,0	10,1
Anual	26,1	856,5	1583,9	856,5	727,4	54,2	54,1

Fonte: França (2021)

A Tabela 9 mostra a flutuabilidade dos elementos do BH e suas oscilações por período para Amparo de São Francisco – Sergipe. Os índices de aridez mostram aumentos significativos entre os períodos trabalhados. Destacam-se reduções para os índices de umidade nos índices hídricos em três períodos negativos e um positivo. Estas variabilidades estão em conformidade à publicação do IPCC (2014), Medeiros (2020). Os índices pluviais foram irregulares para o período estudado, o poder evapotranspirativo superaram os índices pluviais em 55,9%; 33,1%; 65,8% e 84,9% respectivamente. Os índices evaporativos foram iguais aos pluviais nos períodos estudados. Os períodos 1963-2019; 1983-2001 e 2002-2019 registraram-se aumentos térmicos e no período de 1963-1982 ocorreu redução de 0,2°C; 0,3°C e 0,4°C respectivamente quando comparado aos demais períodos.

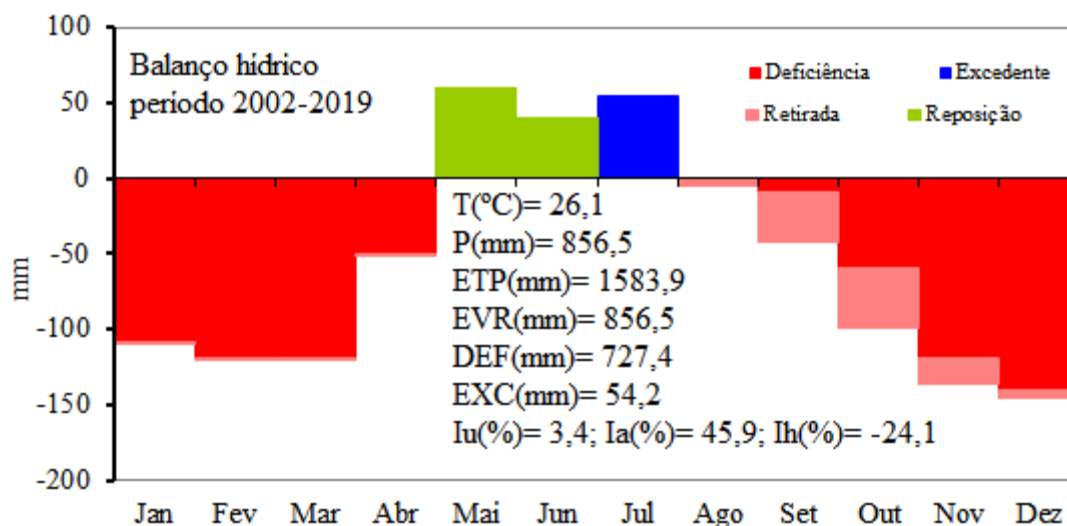


Figura 5. Gráfico do Balanço hídrico para Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 2002-2020.
Fonte: França (2021)

Tabela 9. Elementos do balanço hídrico e suas oscilações por período para Amparo de São Francisco - SE.

Parâmetros/Períodos	1963-2019	1963-1982	1983-2001	2002-2020
Índice de Aridez (%)	8,7	22,0	40,6	45,9
Índice de Umidade (%)	35,8	24,9	5,0	3,4
Índice Hídrico (%)	-12,7	7,1	-19,4	-24,1
Precipitação (mm)	994,5	1135,6	927,3	856,5
Evapotranspiração (mm)	1551,2	1512,1	1562,9	1583,9
Evapotranspiração verão	694,9	677,9	691,9	671,0
Evaporação (mm)	994,6	1135,6	927,3	856,5
Temperatura (°C)	25,9	25,7	26,0	26,1

Fonte: França (2021)

Na Tabela 10. Classificação climática pelo método de Thornthwaite por período para Amparo de São Francisco – Sergipe. Portanto observar-se que o tipo climático de Amparo de São Francisco, Sergipe, conforme a metodologia da classificação climática de Thornthwaite & Mather (1955) para os períodos 1963-2019 a classificação climática foi do tipo $B_1d'A'C'_1$; no 1963-1982 registrou-se o tipo climático $B_1WA'C'_1$ e para os períodos 1983-2001 e 2002 o tipo climático foi $C_2S_2A'C'_1$ chama-se a atenção para as

variabilidades dos índices: Ia, Iu e Ih mostrando tendência do clima da região em ficar mais seco.

Tabela 10. Classificação climática pelo método de Thornthwaite por período para Amparo de São Francisco – Sergipe.

Parâmetros/Períodos	1963-2019	1963-1982	1983-2001	2002-2020
Classificação climática	B ₁ d'A'C' ₁	B ₁ WA'C' ₁	C ₂ S ₂ A'C' ₁	C ₂ S ₂ A'C' ₁

Fonte: França (2021).

Na Figura 6 observam-se as variabilidades das anomalias térmicas para os períodos em estudos referentes aos meses dos anos dos citados períodos. No mês de fevereiro de 2002-2019 registrou-se redução térmica, em abril de 1963-2019 ocorreu aumento do elemento estudado. E todas as anomalias foram positivas. Com anomalias negativas entre os meses de maio a setembro em ambos os períodos, com destaque para o período de 1963-2019 no mês de setembro que ocorreu redução térmica. Nos meses de outubro a dezembro observam-se irregularidades térmicas entre os períodos, sendo o destaque para outubro onde suas variabilidades para os períodos 1981-2001 e 2002-2020 foram de °C, ou seja, foram neutros. O estudo de Holanda *et al*, (2020) e o estudo de Araújo, *et al*, (2020) corroboram com os resultados discutidos.

As irregularidades das anomalias pluviiais para os períodos 1963-2020; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe, estão representadas na Figura 7. Os períodos de maiores anomalias negativas ocorrem em 1963-2019 e 1963-1982, nos períodos 1983-2001 e 2002-2020 os índices de anomalias foram reduzidos comparados com os outros dois descritos. As similaridades dos resultados podem ser revistos nos estudos de França *et al*. (2020).

Estas irregularidades foram ocasionadas pelos sistemas provocadores de precipitações na área de estudo ocasionados pelos sistemas de meso e micro escala e vem a ter consistências com os estudos do IPCC (2014) e Marengo *et al*. (2015)

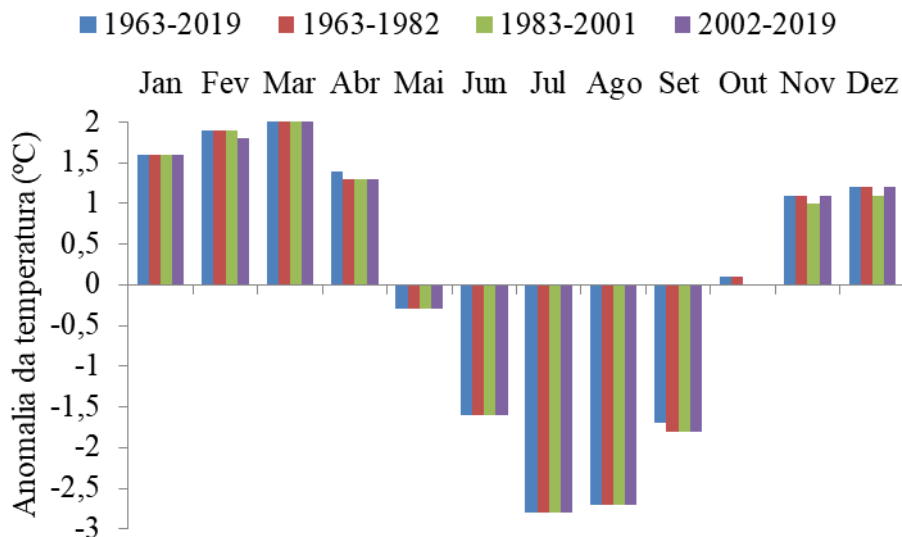


Figura 6. Comparativo da anomalia térmica para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

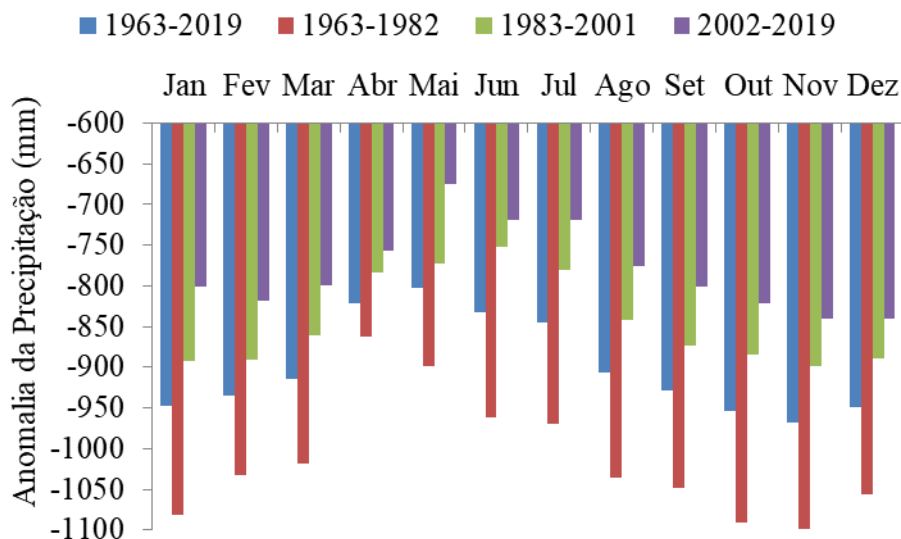


Figura 7. Comparativo da Anomalia pluvial para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

Na Figura 8 tem-se o comparativo da Anomalia evapotranspirada para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. O poder evapotranspirativo para o período de 2002-2020 e 1983-2001 foi menor que os dos outros períodos. Com poder evapotranspirativo de menores

valores que os demais períodos de 1963-1982 conforme escala da Figura 8. O poder evapotranspirativo da série 1963-2019 registrou o segundo período de menores anomalias da evapotranspiração, o estudo de Araújo, *et al*, (2020) vem a corroborar com os resultados discutidos.

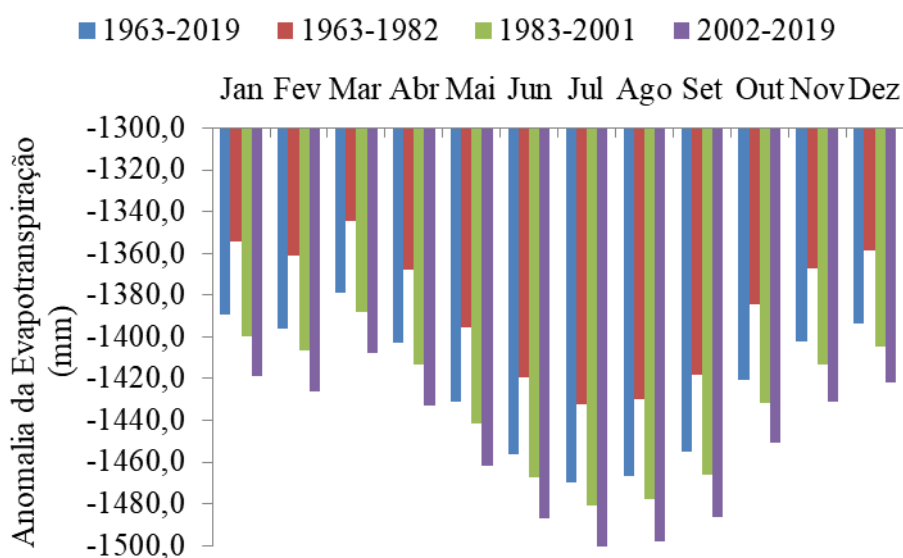


Figura 8. Comparativo da Anomalia evapotranspirada para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

Na Figura 9 observam-se o comparativo da Anomalia evaporada para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Observando a Figura 9 destaca-se que os menores poderes evaporativos registraram-se no período 1963-1982, 1963-2019 e 1983-2001. No período 2002-2020 registraram-se as maiores anomalias evaporativa da área estudada.

O Comparativo da anomalia deficiência hídrica para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe, está representado na Figura 10. Nos meses de maio a agosto para os períodos em estudos não se registraram anomalias de deficiência hídrica. Com oscilações fluindo entre 8,5 mm no mês de abril a 140 mm em dezembro, estas deficiências estão interligadas a qualidade e quantidade dos índices pluviais e suas oscilações sazonais e os auxílios dos elementos meteorológicos das escalas regional e local. (IPCC, 2014; MARENGO *et al*. 2015).

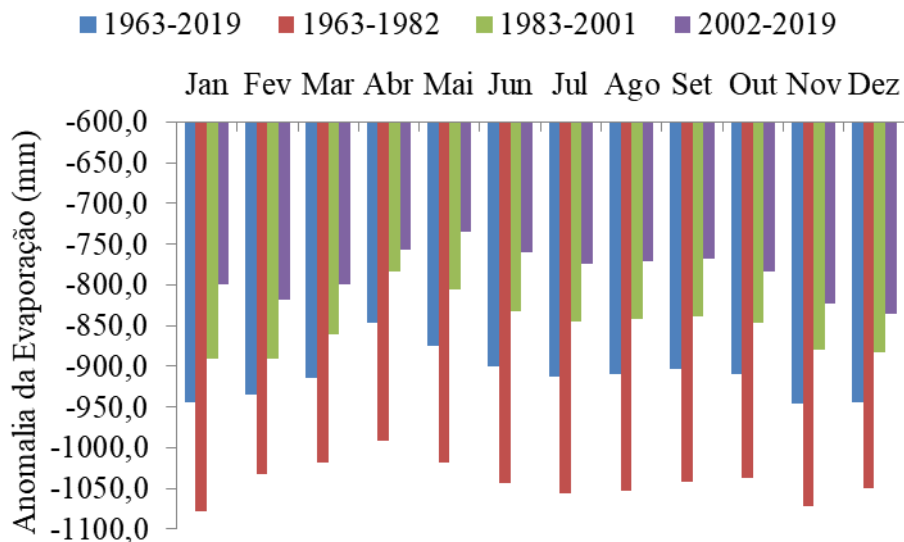


Figura 9. Comparativo da Anomalia evaporada para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

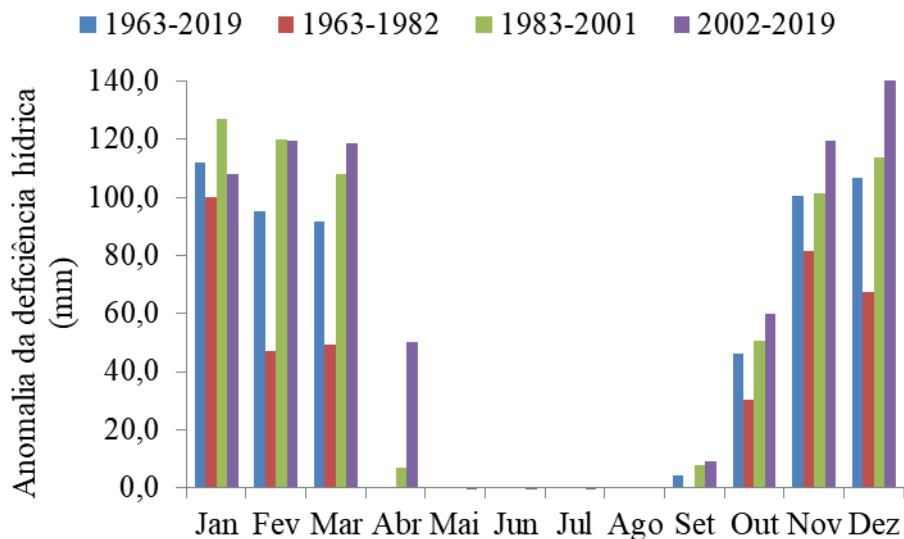


Figura 10. Comparativo da Anomalia deficiência hídrica para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

Na Figura 11 tem-se o comparativo da Anomalia do excedente hídrico para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. O período 1963-1982 registrou as maiores anomalias dos excedentes hídricos. O período 1963-2019 registrou-se anomalias negativas excetos para junho e

julho. No período 2002-2020 apenas ocorreu anomalia positiva para o mês de julho, assim como para o período 1983-2001 registrou-se anomalias positivas nos meses de junho e julho.

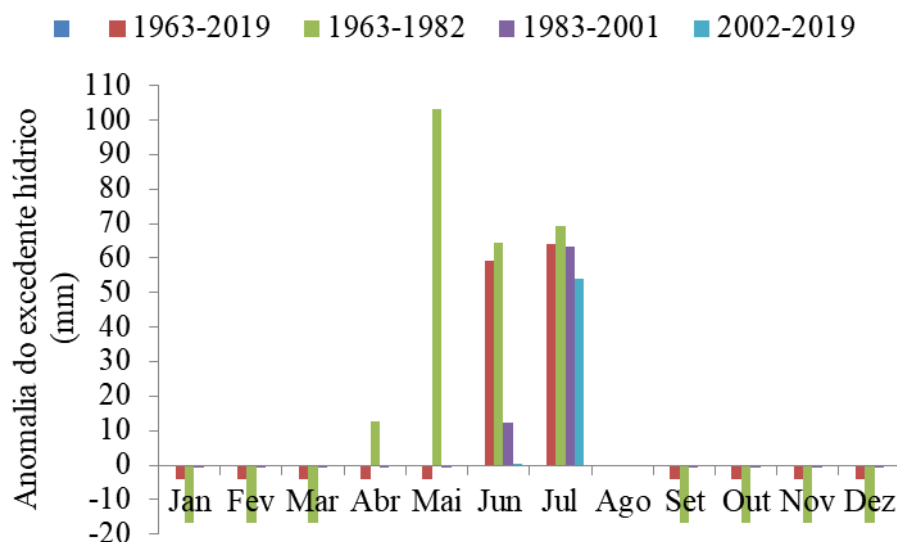


Figura 11. Comparativo da Anomalia do excedente hídrico para os períodos 1963-2019; 1963-1982; 1983-2001 e 2002-2020 para Amparo de São Francisco, Sergipe. Fonte: França (2021).

CONCLUSÕES

Nos períodos 1963-2020 e 1963-1982 registraram-se deficiências hídricas entre setembro a março e entre 1983-2001 as deficiências predominaram de setembro a abril e no período 2002-2019 entre agosto a abril. Os excedentes hídricos ocorreram de junho a agosto; abril a agosto; junho e julho e em julho para os períodos em estudos.

Registrou-se três tipos climáticos para os períodos 1963-2020, onde a classificação climática foi do tipo $B_1d'A'C'_1$; no 1963-1982 registrou-se o tipo climático $B_1WA'C'_1$ e para os períodos 1983-2001 e 2002 o tipo climático foi $C_2S_2A'C'_1$.

As anomalias negativas foram registradas nos seguintes elementos meteorológicos: Precipitação, evapotranspiração e evaporação.

As deficiências hídricas apresentaram anomalias positivas entre setembro a março com maiores intensidades em meses isolados. Os índices de aridez e umidade

registraram altas flutuabilidades demonstrando que o município tem tendências a ficar cada vez mais seco.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 36, n.2, p.143-151. 2005

ARAÚJO, W. R.; MEDEIROS, R. M.; FRANCA, M. V. Espacialização da evapotranspiração na bacia hidrográfica do rio Ipojuca -PE, Brasil. *J. Biotec. Biodivers.* v.8, p.205 - 218, 2020.

ARAÚJO, W. R.; MEDEIROS, R. M.; FRANCA, M. V.; HOLANDA, R. M. Oscilações climáticas das temperaturas extremas, média e amplitude térmica do ar em Bom Jesus Piauí, Brasil. *Research, Society and Development.* v.9, p.100 - 126, 2020.

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*, 10 (1), 140-147. 2006.

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

CUNHA, G. R. El Niño - Oscilação do Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. *Revista Bras. Agrometeorol.* v. 7, n. p.277-284. 1999.

EMDAGRO – SE. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. 2021.

FRANCA, M. V.; MEDEIROS, R. M. Oscilações pluviais na bacia hidrográfica do rio Ipojuca (PE) como fonte alimentadora dos sistemas hidrológicos. *Revista Mirante (Online).* , v.13, p.189 - 202.2020.

HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, V.P.R. Recife-PE, Brasil e suas flutuabilidades da precipitação decadal. *Natureza, Sociobiodiversidade e Sustentabilidade*, 26 a 29 de outubro, 2016. Universidade Nacional, Sede Chorotega Nicoya, Costa Rica. 230-245. 2016.

HOLANDA, R. M.; MEDEIROS, R. M. Comportamento térmico e a contribuição

pluvial em Lagoa Seca, Brasil entre 1981-2019. Research, Society and Development. v.9, p.695974815 - 30. 2020.

HOLANDA, R. M.; MEDEIROS, R. M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. Revista Pantaneira, 16, 57 - 68. 2019.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; BORGES, V. E.; SOBRINHO, T. G.; DANTAS NETO, J.; SABOYA, L. M. F. Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha - CE. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada [online] 12. 2018. Recuperado de 10.7127/RBAI.V12N100732.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de Köppen para o Estado do Piauí – Brasil. Revista Equador. v.9, p.82 – 99. 2020.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico sequencial para Lagoa Seca – Paraíba – Brasil. Research, Society and Development. 9,1 – 26. 2020.

MEDEIROS, R. M.; SOUSA, F. A. S.; SANTOS, D. C.; GOMES FILHO, M. F. Análise climatológica, classificação climática e variabilidade do balanço hídrico climatológico na bacia do rio Uruçuí Preto. Revista Brasileira de Geografia Física.v.06, p.652 - 664. 2013.

MIRANDA, E. E. 2008. Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>.

MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. 1. ed. Brasília: INMET. 530p. 2008.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Ceres. p.352. 1981.

PASSOS, M. L.V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha - MA. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada [online] 10. Recuperado de 10.7127/rbai.v10n400402. 2016.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, D. L.; MACHADO, R. E. Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potencial evapotranspiration. Ambi-Água, Taubaté, v.3, n.3, p.28-42. 2008.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. Journal of Arid Environments, n.58, p.575-596. 2014.

SILVA, A. P. N.; LIMA, F. J. L.; SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A. Valores efetivos de precipitação pluvial para manejo da irrigação na cana-de-açúcar em Goiana, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.5, n.4, p.585-591. 2010.

SUDENE. Normais Climatológicas da Área da SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Convênio com o Serviço de Meteorologia, Recife. 1990.

TAVARES, A. L.; MEDEIROS, R. M.; COSTA NETO, F. A.; SILVA, V. P. R. Balanço hídrico climatológico na previsão de mudanças climáticas na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI, Brasil In: *Educação Ambiental & Biogeografia*. II ed. Ituiutaba, MG.: Barlavento, 2016, v.II, p. 2120-2131. 2016.

THORNTON, C.W. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev*, 38, 55-94. 1948.

THORNTON, C.W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Publications In *Climatology*. New Jersey: Drexel Institute Of Technology, 104p. 1955.