

CLIMATOLOGIA DO MUNICÍPIO DE AMPARO DE SÃO FRANCISCO (SE) ENTRE 1963-2019

CLIMATOLOGY OF THE MUNICIPALITY OF AMPARO DE SÃO FRANCISCO (SERGIPE, BRAZIL) BETWEEN 1963-2019

MANOEL VIEIRA DE FRANÇA

Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife (PE), Brasil
manoelvieiraufrepesquisa@gmail.com

Resumo: Tem-se por objetivos estudar as variabilidades climáticas e suas oscilações nos elementos atmosféricos entre o período de 1963-2019 para o município de Amparo de São Francisco – SE, visando fornecer informações aos tomadores de decisões governamentais e a população em geral para ocorrências de fatores extremos na área de estudo. Os dados pluviiais, médias mensais e anuais, foram adquiridos do banco de dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado de Sergipe para o período de 1963 a 2019. Os dados de umidade relativa do ar; insolação total; cobertura de nuvens; direção predominante do vento e sua intensidade foram interpoladas das estações meteorológicas circunvizinhas. Os valores da evapotranspiração; evaporação; deficiência hídrica; excedente hídrico e fotoperíodo foram gerados pelo computo do balanço hídrico climatológico. Considera-se que os estudos climáticos, utilizando as aplicações dos índices de variabilidades, são ferramentas importantes na organização e no planejamento urbano/rural. As análises das variabilidades pluviiais, evapotranspirativas, evaporativas e térmicas apresentaram expressivas variabilidades interanual para o município em estudo. Registrou-se acentuado déficit e excedentes hídricos praticamente em dois meses. Os índices de umidade, aridez e balanço hídrico, foram irregulares interanuais.

Palavras-chaves: oscilações climáticas; climatologia regional; impactos climáticos

Abstract: The objective is to study climatic variability and its oscillations in atmospheric elements between the period 1963-2019 for the municipality of Amparo de São Francisco - SE, in order to provide information to government decision makers and the population in general for occurrences of factors extremes in the study area. The monthly and annual average rainfall data were acquired from the database of the Northeast Development Superintendence and the Technical Assistance and Rural Extension Company of the state of Sergipe for the period from 1963 to 2019. The relative humidity data; total sunstroke; cloud cover; prevailing wind direction and intensity were interpolated from the surrounding weather stations. The values of evapotranspiration; evaporation; water deficiency; water surplus and photoperiod were generated by computing the climatological water balance. It is considered that climate studies, using the application of variability indices, are important tools in urban/rural organization and planning. The analysis of rainfall, evapotranspirative, evaporative and thermal variability showed significant interannual variability for the municipality under study. There was a marked water deficit and surplus in almost two months. The humidity, aridity and water levels were irregular year on year.

Keywords: climatic oscillations; regional climatology; climatic impacts

INTRODUÇÃO

As concepções das oscilações climáticas são sucedidas tanto pelas escalas de tempo quanto de espaço. Suas flutuações são diferentes entre anos, e de década para década

(CALDANA *et al.* 2018). O clima é a interação com o ambiente resultando em um processo complexo que envolve a dinâmica da atmosfera, a energia solar, o oceano, cobertura e temperatura, albedo entre outras. Apesar da incerteza remanescente, é amplamente aceito que o clima está mudando (CALDANA *et al.* 2018; SANCHES *et al.*, 2014).

Os autores, Kayano *et al.* (2009) e Marengo (2009) exibiram aspectos sobre a vulnerabilidade da região Semiárida aos extremos do clima. Os autores mostraram que a ocorrência das chuvas, somente não garante o sucesso das culturas de subsistência e humana, podem também provocar impactos significativos à agricultura e no abastecimento d'água potável, os quais, dependendo da intensidade, podem provocar fortes impactos negativos sobre as culturas de subsistência e armazenamento d'água.

Em seus estudos, os autores Machado *et al.* (2017) mostraram que a climatologia regional é entendida a partir da descrição dos climas segundo as condições atmosféricas de uma determinada porção do espaço ou de um elemento climático. Seja o estudo do clima ou de um de seus elementos constituintes, uma climatologia regional caracteriza determinada porção do espaço e possibilita ao investigador compreender desde a variabilidade do espaço climático até como a distribuição de seus elementos se organizam para uma região.

Os autores Nobrega *et al.* (2016) afirmaram que os índices pluviais são de fundamentais elementos climáticos da região tropical, pois estes índices influenciam o procedimento de outros fatores atmosféricos, tais como a umidade e a temperatura, caracterizando as oscilações climáticas de uma área.

Monteiro *et al.* (2014) mostraram que os impactos pluviais são gerados por intensidade de chuvas na maioria das cidades brasileiras ocasionando inundações, enchentes e deslizamentos de terra e ganhando destaque na mídia dado o elevado número de desabrigados, além da proliferação de doenças, perdas socioeconômicas, danos ao meio ambiente, agropecuária, mortes, entre outros fatos.

Medeiros *et al.* (2016) analisaram a relação entre o número de dias com chuva, e precipitação no município de Bom Jesus Piauí, no período de 1960-2014 e suas influências entre os fenômenos El Niño e La Niña. As análises realizadas englobaram todos os meses do ano, gerando informações que servirão de indicativo para uso adequado d'água para atividades agropecuárias, geração de energia, recursos hídricos, abastecimento d'água

urbano/rural e a economia local. Análise do acervo de dados de 1960 a 2014 permitiu concluir que nos anos onde a precipitação foi abaixo da média (984,8 mm), ocorreu melhor distribuição temporal dos índices pluviométricos, ocorrendo o oposto quando choveu acima da média. Registrou-se aumento na precipitação e no número de dias com chuva no 1º trimestre do ano, enquanto que no 2º e 4º trimestres ocorreram redução tanto da precipitação como no número de dias com chuva. Os números de dias com chuvas extremas que estiveram acima ou abaixo da média, não foram explicitamente associados ao fenômeno ENOS (El Niño - Oscilação Sul).

As tendências climáticas, anuais das temperaturas máxima e mínima em Bom Jesus Piauí, compreendido entre os anos (1960-2018), onde discutiram suas possíveis causas. Para as séries dos dados calcularam-se as médias mensais e os totais anuais e estacionais correspondentes às estações verão, outono, inverno e primavera. Os resultados possibilitaram fazer uma delimitação do comportamento climático na área estudada, fornecendo delimitações de um período quente e/ou frio servindo de alerta as autoridades e aos tomadores de decisões, para um melhor planejamento agropecuário e do agronegócio. As caracterizações temporais, em escala mensal e anual, geraram valores simulados muito próximos aos valores observados, fato comprovado por índices estatísticos de desempenho satisfatório (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Medeiros *et al.* (2020) analisaram a variabilidade das temperaturas médias do ar e seu comportamento espaço temporal para a área de Mata Pernambucana composta por 44 municípios do período 1950-2017. Verificaram que a série temporal apresentou tendências de redução e um componente sazonal com periodicidade de 0,7 a 1,4 meses. Os autores obtiveram um bom ajuste para os modelos das séries das médias móveis para 5 e 10 anos, com valores esperados dentro do intervalo de confiança, resultado satisfatório, considerando as incertezas do erro padrão e o clima que podem alterar os resultados esperados. Na parte agrícola, os riscos de maiores tensões são apresentados com o aumento da evapotranspiração e evaporação, a recorrência do uso d'água para a irrigação não é descartada. Altitude e latitude são as variáveis fisiográficas que melhor explicam a variação da temperatura média do ar na área estudada.

França *et al.* (2018) realizaram o cálculo do balanço hídrico climatológico para os municípios de São Bento do Una e Serra Talhada - PE e averiguaram a influência dos fenômenos El Niño (2012, 2016) e La Niña (2008, 2011) na distribuição das chuvas por meio da análise do extrato do balanço hídrico. Verificaram que o episódio El Niño influenciou nos índices pluviométricos dos municípios estudados. Já no episódio de La Niña, a distribuição desses índices foi irregular, refletindo no balanço hídrico.

Os autores Holanda *et al.* (2019); Matos *et al.* Neto (2018); Passos *et al.* (2016) mostraram que o balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio da precipitação (P), evapotranspiração (ETP), evaporação (EVR), armazenamento d'água (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC). Por meio das informações dos fluxos de entrada (chuva) e saída (evaporação) d'água do solo, o balanço hídrico, demonstram seus períodos de deficiência e excedente hídrico, fornecendo informações preciosas aos agricultores, pesquisadores e tomadores de decisões, entre tantas outras aplicações da área.

A deficiência hídrica do solo deve ser observada cuidadosamente, uma vez que garante a produtividade das culturas em quantidade e qualidade, é imprescindível o uso de sistemas de irrigação em regiões que sofrem com o déficit hídrico, em especial quando este déficit se estende ao longo do ano na maioria dos meses afirmam os autores Paula *et al.* (2017).

A umidade relativa tem importância na agricultura, na hidrologia e nas diversas engenharias, o seu monitoramento também se torna fundamental para a gestão da saúde pública. Valor muito baixo ou muito alto da umidade do ar pode estar relacionado a problemas de saúde, em conformidade com Sousa *et al.* (2007), Pinto *et al.* (2008) e Silva-Junior, (2011). Barcellos (2009) afirmou que as características climáticas como: temperatura, umidade e precipitação, associadas às características físicas e químicas dos poluentes presentes na atmosfera, podem potencializar os efeitos causados por mudanças climáticas. Altas temperaturas e baixa umidade do ar favorecem o transporte de poluentes, que associados às condições climáticas afetam a saúde da população, mesmo distantes das fontes geradoras de poluição. Isto pode aumentar os efeitos de doenças respiratórias e demais

complicações associadas à baixa umidade, como alergias, sangramentos nasais, ressecamento de pele e irritação nos olhos segundo Pinto *et al.* (2008).

Melo *et al.* (2015) mostraram que a temperatura é um dos mais importantes elementos meteorológicos e na grande parte do território nacional a escassez de dados meteorológicos é um dos fatores que mais limitam a realização de estudos suficientemente detalhados sobre os tipos climáticos. O aumento da temperatura e umidade pode estar relacionado à maior incidência de vetores de propagação de vírus e microrganismos causadores de doenças como meningite, dengue e pneumonia (SOUSA *et al.*, 2007).

Melo *et al.* (2015) delimitaram a variabilidade da umidade relativa do ar (UR) para 11 municípios do estado de Pernambuco no período de 1961-1990. Com o desenvolvimento e a expansão urbana, grandes áreas estão sendo desmatadas, não levando em consideração a contribuição de elementos meteorológicos entre eles em especial a UR, que podem minimizar a ocorrência de prejuízos de efeitos anômalos que por ventura aconteça. Utilizaram dados de umidade relativa do ar observados como as médias mensais, anuais, máximos e mínimos valores. Observando a variabilidade da umidade relativa do ar para a área em estudo ao longo do ano, foi possível delimitar o trimestre mais úmido e seus valores mensais e anuais, assim como os valores máximos e mínimos absolutos observados. Tais delimitações dos trimestres mais úmidos e as informações das épocas de menores umidades relativas do ar serviram de alerta as autoridades federais, estaduais e municipais, além dos tomadores de decisões para um melhor planejamento.

Costa *et al.* (2015) avaliaram a variação da evaporação no tanque classe “A” no município de Teresina (PI) em três décadas e meia e realizaram comparação com as mudanças na urbanização ocorrida em tal período, encontrando alterações nos índices evaporativos em face da ocupação do Homem e suas respectivas modificações no espaço. Para as décadas 1976-1985 e 1986-1995 que apresentaram as menores variações. A década de 2006-2011 no mês de outubro apresentou a maior flutuação dos períodos estudados. As flutuações anuais oscilaram entre 1.852,7 a 2.409,4 mm. Os índices evaporativos tiveram maiores significâncias a partir da década de 1996, devido à verticalização urbana, alteração da área vegetal, compactação do solo com a pavimentação, aterramento de lagoas e eutrofização dos espelhos d'água.

A evapotranspiração (ETP) é o fenômeno coligado à perda simultânea d'água do solo pela evaporação e da planta pela transpiração. A estimativa da ETP mostra a máxima perda d'água possível de ocorrer em uma comunidade vegetada. Ela significa a demanda máxima d'água pela cultura e vem a tornar-se o referencial de máxima reposição de água para a cultura, seja pela irrigação ou pela precipitação (BARROS *et al.*, 2012).

Tem-se por objetivo estudar as variabilidades climáticas e suas oscilações nos elementos atmosféricos entre o período de 1963-2019 para o município de Amparo de São Francisco – SE, visando fornecer informações aos tomadores de decisões governamentais e a população em geral para ocorrências de fatores extremos na área de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amparo de São Francisco localiza-se na região nordeste do Estado de Sergipe e limita-se com o município de Telha a Leste e a Sul, Canhoba a Oeste e o Estado de Alagoas a Norte. A área municipal de 39,8 km², tem sua sede numa altitude de 51 metros e coordenadas geográficas de 10°08'04" de latitude Sul e 36°55'46" de longitude Oeste (figura 1).

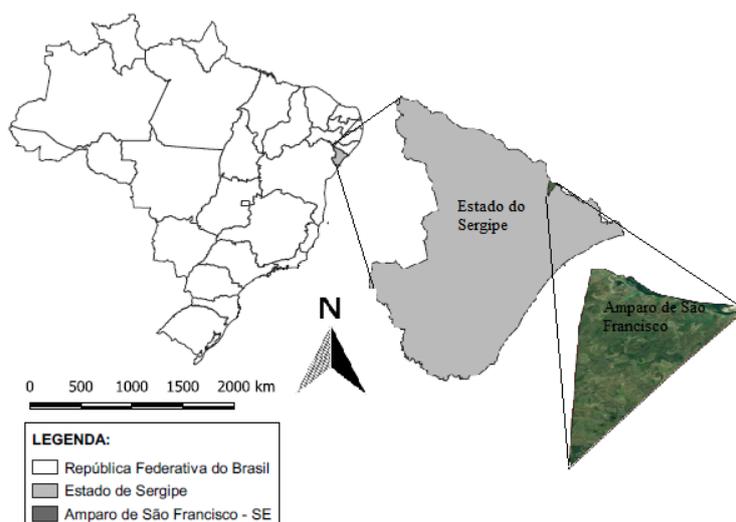


Figura 1. Localização de Amparo de São Francisco dentro do Estado de Sergipe. Fonte: França (2020).

Amparo de São Francisco localiza-se em uma região caracterizada por duas estações bem definidas, um período chuvoso oscilando de fevereiro a agosto e um período seco, nos

meses que vão de setembro a janeiro. Segundo a classificação climática de Köppen (1928); Köppen *et al.* (1931), a área de estudo tem o clima do tipo “As” (quente e úmido Tropical chuvoso). Esta classificação está em conformidade com os autores (MEDEIROS, 2020; ALVARES *et al.*, 2014).

É interessante ressaltar que a estação chuvosa é marcada por frequentes e intensas precipitações em curto intervalo de tempo, favorecendo o surgimento de erosões, visto que pela frequência de chuva em um breve período, a água não consegue infiltrar no solo e acaba realizando o carreamento das partículas sólidas.

A área de estudo encontra-se na bacia hidrográfica do rio São Francisco, onde todos os escoamentos d'água desta região tendem ir ao encontro do rio principal e desta forma acaba modelando o terreno. Tendo em vista que as águas decorrentes dos índices pluviométricos durante o processo do escoamento superficial procuram caminhos naturais para o seu escoamento, cuja tendência é que a água escoe de pontos elevados para pontos baixos, percurso principal do rio São Francisco. Os tipos de solos predominantes na região são o tipo Neossolo Flúvico às margens do rio São Francisco e em sequência na orientação sul aparece os solos do tipo Neossolo Litólico.

Utilizaram-se dados de precipitações médias mensais e anuais adquiridos do banco de dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Sergipe (EMATER-SE, 2020) para o período de 1963 a 2019.

Utilizaram-se dos valores da temperatura média do ar estimadas pelo software Estima_T (CAVALCANTI *et al.*, 1994; CAVALCANTI *et al.*, 2006), para o mesmo período pluviométrico. Determinaram-se os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude de acordo com os autores Cavalcanti *et al.* (2006) dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Em que:

C_0, C_1, \dots, C_9 são as constantes;

$\lambda, \lambda^2, \lambda \varnothing, \lambda h$ longitude;

$\varnothing, \varnothing^2, \lambda \varnothing$ latitude;

$h, h^2, \lambda h, \varnothing h$ altura.

Também estimaram a série temporal de temperatura, adicionando a esta, a anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (CAVALCANTI *et al.*, 2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad i= 1,2,3,\dots,12 \quad j= 1950, 1951, 1952,\dots,2019$$

Em que:

$i= 1,2,3,\dots,12$

$j= 1950, 1951, 1952, 1953\dots,2019$.

Os dados de umidade relativa do ar; insolação total; cobertura de nuvens; direção predominante do vento e sua intensidade foram interpoladas pelo método simplificado das estações meteorológicas circunvizinhas. Os valores da evapotranspiração; evaporação; deficiência hídrica; excedente hídrico e fotoperíodo foram gerados pelo computo do balanço hídrico climatológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em região de clima de áreas próximas contrastantes (de um lado chuvoso do outro semiárido), como o Nordeste do Brasil (NEB), o monitoramento térmico é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício à população e a agropecuária.

Em Amparo de São Francisco, as oscilações da temperatura máxima variam entre 27,6 em julho a 34,0°C em novembro, com temperatura média anual de 31,5°C. O trimestre de menores temperaturas máximas registram-se nos meses de junho, julho e agosto e o trimestre de maiores temperaturas ocorre nos meses de fevereiro, março e novembro. Com temperatura média anual de 25,9°C e suas oscilações mensais fluindo entre 23,1°C (junho) a 28,0°C (março). O município tem temperatura mínima anual de 20,8°C e suas oscilações mensais entre 18,6°C em agosto a 22,2°C março. A amplitude térmica anual é de 10,7°C e oscilam entre 8,1°C em julho a 12,7°C em novembro (figura 2).

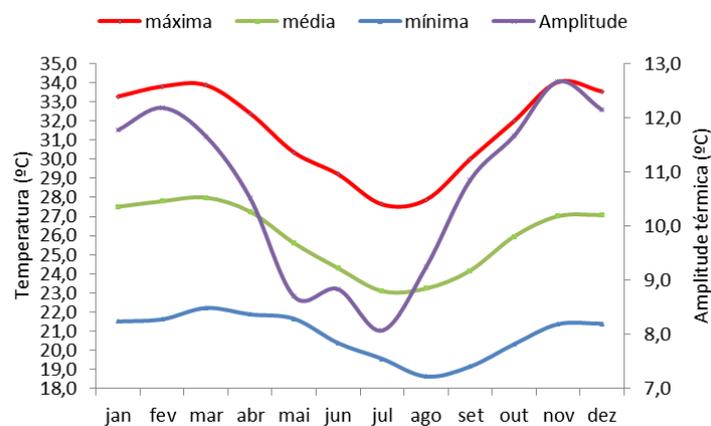


Figura 2 Variabilidades das temperaturas máximas, médias, mínimas e da amplitude térmica para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Estudos de Medeiros *et al.* (2020) apresentaram similaridades com os resultados em discussões neste artigo. Segundo ainda Medeiros (2018), analisando as tendências das amplitudes térmicas do período 1962-20015 para a metrópole Recife, apontou para uma elevação do referido parâmetro. Estas informações corroboram com os resultados em discussões.

Na figura 3 observam-se as variabilidades da intensidade do vento para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Com velocidade anual de $3,5 \text{ m s}^{-1}$ e suas oscilações mensais fluindo entre $2,2 \text{ m s}^{-1}$ em maio a $5,5 \text{ m s}^{-1}$ em novembro. As maiores intensidades dos ventos registram-se nos meses de setembro a abril e os menores entre os meses de maio a agosto.

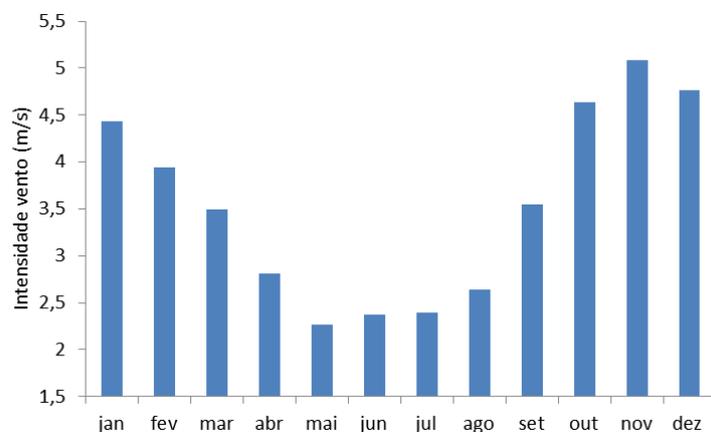


Figura 3. Variabilidades da intensidade do vento para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

A direção predominante do vento para a área de estudo é durante todo o ano na direção sudeste, esta informação foi computada pelas estações circunvizinhas que se encontram em operações pelo (INMET, 2020).

As oscilações da insolação total no município de Amparo de São Francisco fluem entre 153,1 horas a 229,3 horas, o quadrimestre de maior insolação centra-se entre os meses de outubro a janeiro, fluindo de 222,6 a 229,3 horas, o quadrimestre de menor insolação registra-se entre os meses de abril a julho oscilando de 153,1 a 173,8 h. A insolação anual totaliza 2341,9 horas. O estudo dos autores Kozmhinsky *et al.* (2018), corroboram com os resultados encontrados na pesquisa (figura 4).

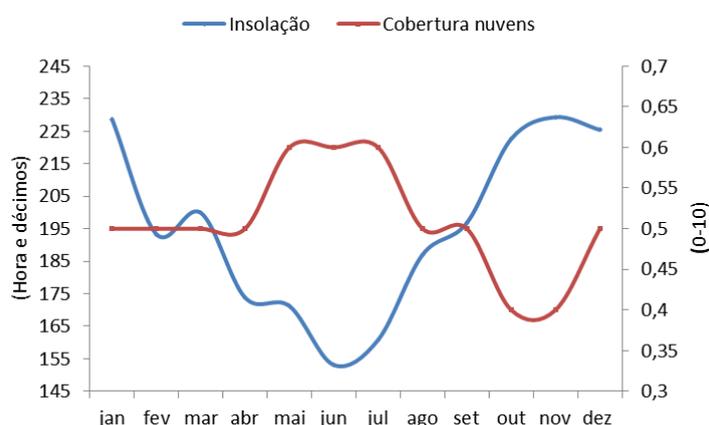


Figura 4. Oscilações da insolação total (hora e décimos) e da cobertura de nuvens (0-10) para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

As oscilações das coberturas de nuvens podem ser observadas na Figura 4. A cobertura de nuvem anual é de 0,5 décimos e suas oscilações mensais fluem entre 0,4 décimos nos meses de outubro e novembro a 0,6 décimos entre maio e julho.

Na figura 5, observam-se a variabilidade do fotoperíodo (hora) para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fotoperíodo ou duração efetiva do dia refere-se ao tempo em que o sol brilha durante o dia. Dependendo da posição da Terra, têm-se regiões com diferentes quantidades de horas de brilho solar em um mesmo dia. O fotoperíodo da área de estudo tem sua oscilação entre 11:4 h no mês de julho a 12:6 h no mês de janeiro, com fotoperíodo anual de 12:19 h.

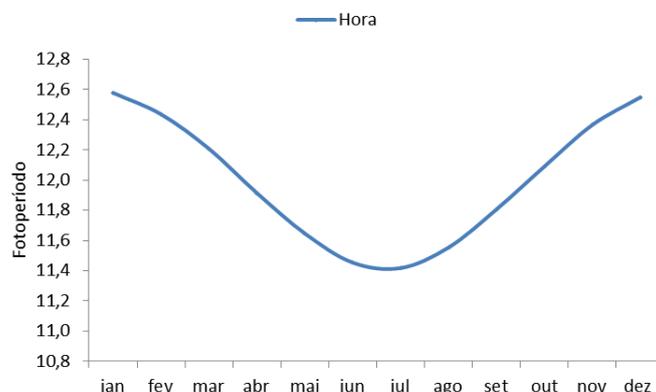


Figura 5. Variabilidade do fotoperíodo (hora) para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

A precipitação é um dos elementos essenciais nas atividades humanas, agrícolas, armazenamento e represamento d'água, lazer e irrigação, portanto seu monitoramento é de grande utilização e aplicação. O município de Amparo de São Francisco tem uma média anual de 1130,4 mm, oscilando de 27,3 mm em novembro a 191,3 mm (maio). O quadrimestre chuvoso centra nos meses de abril a julho e o quadrimestre seco entre os meses de outubro a janeiro. Desvio padrão de 468,6 mm; coeficiente de variância de 0,41; as precipitações máximas e mínimas anuais registradas foram de 3032,8 mm e 498,8 mm (figura 6).

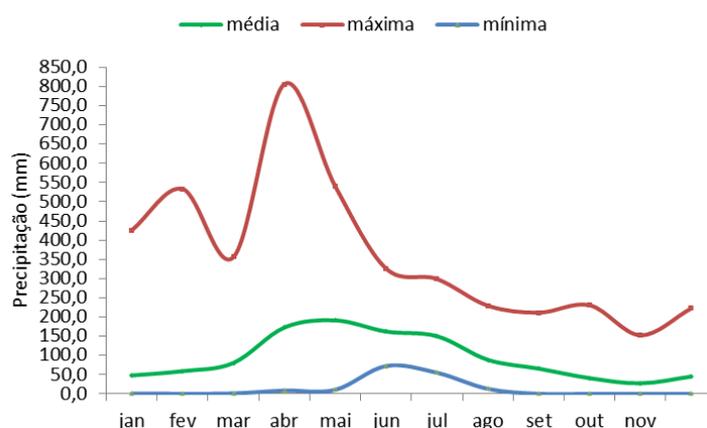


Figura 6. Variabilidades das precipitações máximas, médias, mínimas para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

A variabilidade da umidade relativa do ar para Amparo de São Francisco entre 1963-2019 está representada na figura 7. Com 80,2% de umidade relativa do ar anual e suas

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 14, n. 1, jun. 2021. ISSN 1981-4089

oscilações fluindo entre 75% no mês de janeiro a 87% em julho. Os menores índices de umidade centram-se entre novembro a março e os maiores entre abril e setembro.

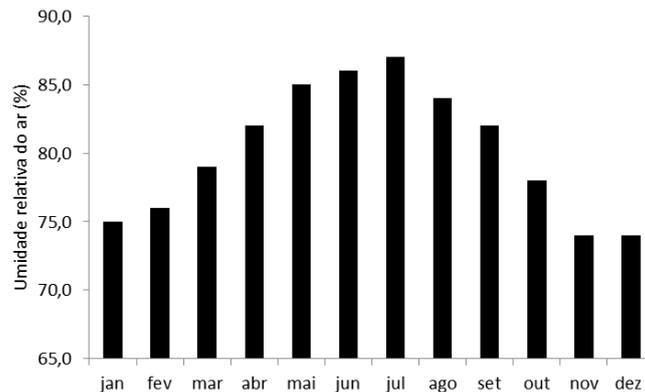


Figura 7. Oscilações da umidade relativa do ar para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Os poderes evapotranspirativos e evaporativos do município de Amparo de São Francisco estão representados na figura 8. Com uma evapotranspiração anual de 1553,0 mm e suas oscilações mensais fluindo entre 81,7 mm em julho a 172,6 mm em março, com seus máximos e mínimos absolutos anuais registrados que foram de 1653,7 mm e 1435,7 mm respectivamente. Evapotranspirou 32,1% acima dos índices pluviiais. A evaporação anual foi de 899,5 mm, seus máximos e mínimos absolutos foram de 1390,7 mm e 498,8 mm, a evaporação mensal fluiu entre 46,4 mm em janeiro a 110,6 mm em abril. Evaporou -15,3% abaixo dos índices pluviiais.

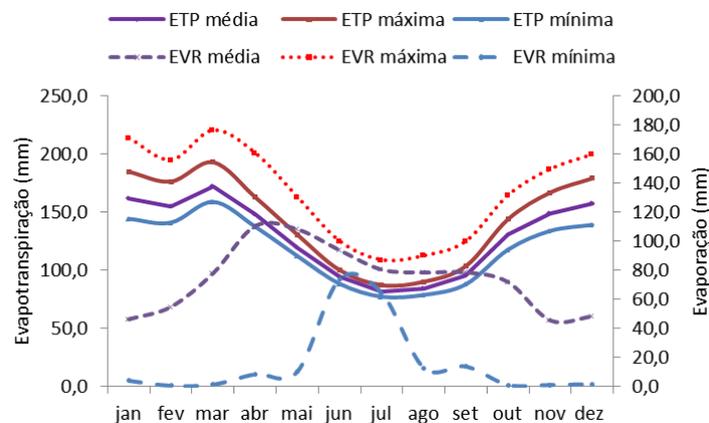


Figura 8. Oscilações da evapotranspiração e evaporação máxima, média, mínima para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Na tabela 1 tem a representação do resultado do balanço hídrico climatológico para o município de Amparo de São Francisco – SE, referente ao período de 1963-2019. As oscilações térmicas mensais fluem entre 23,1°C no mês de julho a 28,0°C em março. Precipitação anual de 1174,7 mm e suas oscilações mensais fluindo entre 27,3 mm em novembro a 191,3 mm em maio. A evapotranspiração oscila entre 81,7 mm no mês de julho a 161,8 mm em janeiro. A ETP anual foi de 1551,2 mm, os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro foram os meses de maiores evapotranspiração, superiores a precipitação e o mês de agosto foi o mês de menor índice evapotranspirado. Os índices evaporativos fluíram entre 48,5 mm em novembro a 148,1 mm em abril com EVR anual de 994,6 mm. Evaporaram 84,7% do índice pluvial os meses de maiores poderes evaporativos registrou-se entre setembro e fevereiro e os de menores poderes evaporativos foram abril a julho. Na representação do balanço hídrico climatológicoC registrou-se deficiência hídrica de 556,6 mm e excedente hídrico de 135,8 mm nos meses de junho a agosto. Estudos como o de Medeiros *et al.* (2020) vem a corroborar com os resultados discutidos neste artigo.

Tabela 1 – Representação do balanço hídrico normal para o município de Amparo de São Francisco – SE.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	%ETP/P	EVR (mm)	%EVR/P	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	27,5	47,8	161,8	238,5	49,8	4,2	112,0	0,0
Fev	27,8	59,0	154,9	162,5	59,6	1,0	95,3	0,0
Mar	28,0	80,4	172,4	114,4	80,6	0,2	91,8	0,0
Abr	27,3	172,6	148,1	-14,2	148,1	-14,2	0,0	0,0
Mai	25,6	191,3	120,0	-37,3	120,0	-37,3	0,0	0,0
Jun	24,3	162,1	94,8	-41,5	94,8	-41,5	0,0	63,3
Jul	23,1	150,0	81,7	-45,5	81,7	-45,5	0,0	68,3
Ago	23,2	88,5	84,3	-4,7	84,3	-4,7	0,0	4,2
Set	24,2	65,5	95,9	46,4	91,7	40,0	4,2	0,0
Out	26,0	40,8	130,6	220,1	84,6	107,4	46,1	0,0
Nov	27,0	27,3	149,0	445,8	48,5	77,7	100,5	0,0
Dez	27,1	44,9	157,6	251,0	50,9	13,4	106,7	0,0
Anual	25,3	1174,7	1551,2	32,1	994,6	-15,3	556,6	135,8

Legenda: T (°C) = Temperatura média do ar (°C); P = Precipitação (mm); ETP = Evapotranspiração (mm); %ETP/P = percentual da evapotranspiração sobre a precipitação; EVR = Evaporação (mm); %EVR/P = percentual da evaporação sobre a precipitação; DEF = Deficiência hídrica (mm) e EXC = Excedente hídrico (mm). Fonte: Medeiros, (2020).

Na figura 9 observa-se o gráfico do balanço hídrico climatológico para o município de Amparo de São Francisco – SE entre 1963 a 2019. Suas oscilações anuais estão representadas no interior do gráfico. As deficiências hídricas foram registradas entre os meses de setembro a março; retirada d'água entre setembro e dezembro; reposição d'água no solo nos meses de abril a junho e excedente hídricos entre junho e agosto. Os índices: aridez; umidade e hídrico foram de 8,76%; 35,88% e -12,77% respectivamente. Os estudos de Franca *et al.* (2020); Vilar *et al.* (2020) apresentaram similaridades nos resultados em discussões.

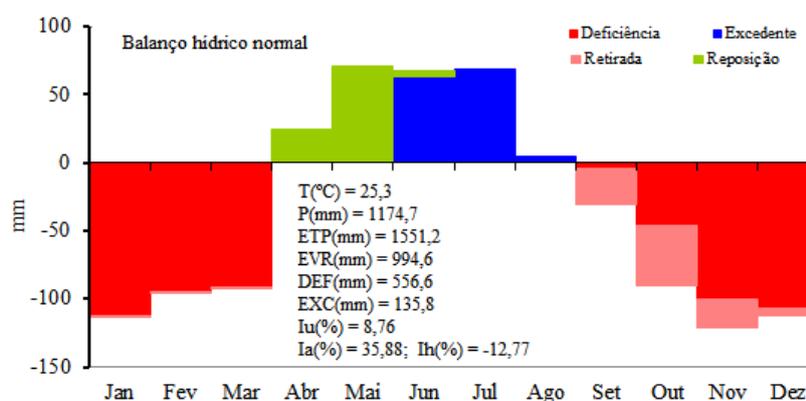


Figura 9. Balanço hídrico normal para o município de Amparo de São Francisco – SE entre 1963 a 2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Na figura 10 observam-se as flutuações do excedente hídrico máximo, médio e mínimo para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Os excedentes mínimos registrados na série estudada foi 0,0 mm. Isto significa que a capacidade de campo não foi necessária nem suficiente para realizar os excedentes mínimos. Os excedentes médios fluíram entre 0,0 mm nos meses de novembro e dezembro a 59,7 mm em julho, nos meses de setembro, outubro, janeiro, fevereiro e março os excedentes fluíram de 1,4 mm a 9,0 mm. Entre os meses de agosto, abril, maio e junho registraram-se excedente oscilando entre 15,7 mm a 57,9 mm. Entre janeiro a outubro os excedentes máximos fluíram de 73,9 mm a 659,5 mm tais oscilações foram decorrentes de chuvas extremas em curto intervalo de tempo e de alta magnitude, de acordo com o estudo de Vilar *et al.* (2019).

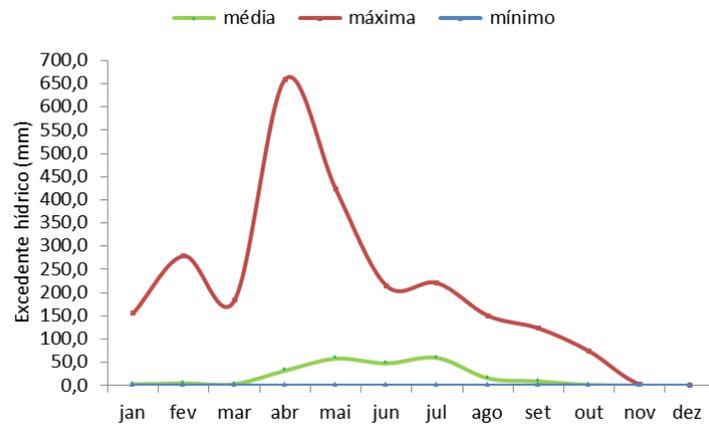


Figura 10. Flutuação do excedente hídrico máximo, médio e mínimo para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Não se registrou deficiências hídricas mínimas no período estudado, as deficiências médias fluíram entre 0,9 mm no mês de junho a 115,1 mm no mês de janeiro com deficiência anual de 657,1 mm. As deficiências máximas oscilaram entre 18,0 mm em junho a 179,3 mm, março com deficiência anual de 1062,3. A capacidade de campo não foi suficiente para suprir as deficiências hídricas do solo, plantas e repor água nos reservatórios. O estudo dos autores Silva *et al.* (2019) apresentam similaridade com o resultado discutido (figura 11).

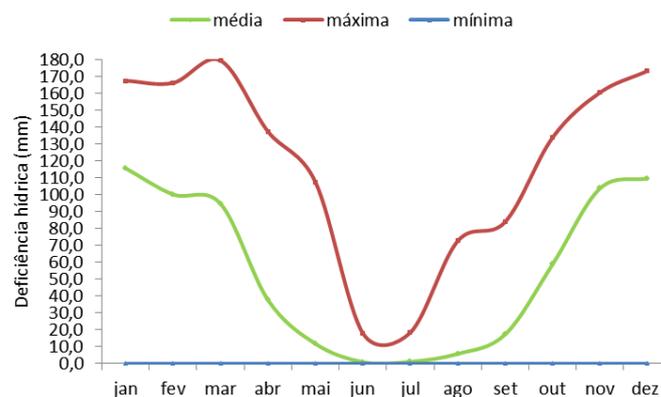


Figura 11. Flutuação das deficiências hídricas máxima, média e mínima para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

Os índices de aridez (I_a) fluem entre 0,7% a 0,1% com média de 0,4%. Os anos de maiores I_a foram 1970, 1978, 1979, 1984-1987, entre os anos de 1990-1998, 2000-2017. Os menores (I_a) registraram-se nos anos de 1963-1967, 1971-1977, 1980-1982, 1988-1990 e

1999. Os estudos de Vilar *et al.* (2019) e os dos autores Silva *et al.* (2019) corroboram com os resultados discutidos neste artigo (figura 12).

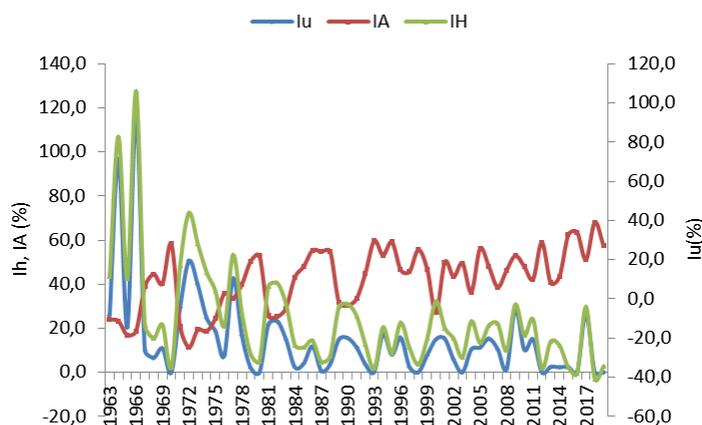


Figura 12. Flutuações dos índices de umidade (Iu), índice de aridez (IA%) e índices hídrico (IH) para Amparo de São Francisco entre 1963-2019. Fonte: Medeiros, (2020).

O índice de umidade (Iu%) tem média de 15,3%, desvio padrão de 21,08%, coeficiente de variância de 1,37, índice de umidade máximo de 117,2% e índice de umidade mínimo de 0,0. O maior índice de umidade registrou-se no ano de 1964 e os menores ocorreram nos anos de 2016 a 2019. Os maiores índices hídricos registraram-se nos anos de 1964 e 1967 e seus menores índices ocorreram nos anos de 1970, 1993, 2012, 2015 e 2018. A média registrada foi de -1. Desvio padrão de 26,96, coeficiente de variância de -2,70 seus índices máximos e mínimos fora respectivamente de 106,0 e -40,8%. Os estudos dos autores de Vilar *et al.* (2019); Silva, *et al.* (2019) corroboram com os resultados discutidos neste artigo.

CONCLUSÕES

Considera-se que os estudos climáticos, utilizando a aplicação de índices de variabilidade, são ferramentas importantes na organização e no planejamento urbano/rural.

As análises das variabilidades pluviais, evapotranspirativas, evaporativas e térmicas apresentaram expressivas variabilidades interanual para o município em estudo.

A precipitação total anual registrou valor médio de 1174,7 mm, com sete meses de deficiência hídrica totalizando 556,5 mm ao ano, sobretudo, nos meses de setembro a março. O excedente hídrico foi de 135,8 mm ano⁻¹ nos meses de junho e julho. Os meses de setembro a dezembro foram marcados como período de reposição d'água no solo. Os índices de umidade, aridez e hídrico foram irregulares interanuais.

A umidade relativa do ar é alta nos meses de abril a setembro e baixa entre os meses de setembro a março. O fotoperíodo anual é de 12:19 h e suas oscilações mensais fluem entre 11:4 a 12:6 hs.

REFERÊNCIAS

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

BARCELLOS, C. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. v. 18, n. 3, p. 285- 304. 2009.

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. Climatologia do Estado de Alagoas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n. 211. Recife: Embrapa Solos, 32p. 2012.

BRUIJN, K.; BUURMAN, J.; MENS, M.; DAHM, R.; KLIJN, F. Resilience in practice: Five principles to enable societies to cope with extreme weather events. **Environmental Science & Policy**, 2018. [online] 70. [online] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.001>.

CALDANA, N. F. S.; JUNIOR, G. M. Y.; MOURA, D. A. V.; COSTA, A. B. F.; CARAMORI, P. H, Ocorrências de Alagamentos, Enxurradas e Inundações e a Variabilidade Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2018. [online] 23. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.60584>.

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), p. 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, v.1, p.154-157. 1994.

COSTA, M. N. M.; MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. Variabilidade da evaporação no tanque classe “A” entre o período de 1976 a 2011 e suas comparações com as três décadas e meia e com o ano de 2011, no município de Teresina, Piauí. **7º Workshop de Mudanças Climáticas do Estado de Pernambuco e 4º Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade**. Recife-PE, 27 a 29 de outubro de 2015. CD RON. p. 107-123. 2015.

FRANCA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R. Isolinha erosiva máxima pelo método da krigagem na bacia hidrográfica do rio Paraíba, Brasil. **Research, Society and Development**. v.9, p.472974218 - 2020. 2020.

FRANÇA, M. V.; FERRAZ, J. X. V.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; ROLIM NETO, F. C. El Niño e La Niña e suas contribuições na disponibilidade hídrica dos municípios de São Bento do Una e Serra Talhada – PE, Brasil. **Revista Brasileira de Agrotecnologia** (Brasil) ISSN: 2317-3114. v.8, n.1. p.15 – 21. 2018.

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.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: CAVANCANTI, I.; FERREIRA, N.; SILVA, M. G. J. DA; DIAS, M. A. F. S. (ed.). Tempo e Clima no Brasil, **Oficina de Textos**, São Paulo, p. 375-383. 2009.

KOZMHINSKY, M.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; SILVA, V. P. Average insolation interpolated by the krigagem method for the state of Pernambuco – Brazil. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**. , v.8, p.78 - 84, 2018.

KOZMHINSKY, M.; PINHEIRO, S. M. G.; EL-DEIR, S. G Telhados Verdes: uma iniciativa sustentável. I. ed. Recife: **EDUFRPE**. 2016.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: **Walter de Gruyter**, P.388. 1931.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlagcondicionadas. **Justus Perthes**. n.p. 1928.

MACHADO, T. S, NEVES, S. M. A. S, SEABRA JÚNIOR, S, NEVES, R. J, (2017). Zoneamento agroclimático do melão na região sudoeste de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 13 – Vol. 20.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semiárido do Brasil, In Parcerias Estratégicas. **Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-Ministério da Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, Brasília DF, p. 149-176, 2009.

MATOS, R. M, SILVA, P. F.; BORGES, V. S.; 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. Disponível: 10.7127/RBAI.V12N100732. Acesso: 2020. 2018.

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

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E.P. Tendência climática das temperaturas do ar no município de Bom Jesus do Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, 9(7):1-23, e315973882. 2020.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; FRANÇA, M. V.; FILHO, M. C.; PISCOYA, VC.; CUNHA, ALX.; MOREIRA, G. R.; FREITAS, J. F.; ARAÚJO FILHO, R.N. Floating of the Average Temperature in the Area of Mata Pernambucana, Brazil. **Ijsrm. Human**, 2020; Vol. 15 (3), 63-83. 2020.

MEDEIROS, R.M. Amplitudes térmicas e sua oscilação mensal na grande metrópole Recife-PE, Brasil. **Paisagens & Geografias, Revista da Unidade Acadêmica de Geografia Centro de Humanidades** – UFCG. Volume 2, número 1, p.31-45. 2018.

MEDEIROS, R. M.; BRITO, J. I. B.; SILVA, V. M, A.; MELO, V. S.; COSTA NETO, F. A, El Niño/La Niña e sua influência no número de dias com chuva em Bom Jesus – Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 16-23. 2016.

MEDEIROS, R, M. Planilhas do Balanço Hídrico Normal segundo Thornthwaite e Mather (1955). s.n. 2016.

MEDEIROS, R. M. **Estudo Agrometeorológico do Estado de Sergipe**. p.123. 2016.

MEDEIROS, R. M.; SILVA, L. L. Variabilidade da Temperatura Média do Ar no Estado da Paraíba-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.8, p.128 - 2015.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. Eventos pluviométricos extremos e impactos associados em Fortaleza - CE: uma análise a partir da técnica de quantis, in: Silva, Cafes.; Steinke, ET, (Orgs.). UFGD, Dourados, p.165 - 186. 2014.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUZA, F. A. S. Variação média mensal e anual da umidade relativa do ar para 11 municípios no estado de Pernambuco, Brasil. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC' 2015**. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE. 15 a 18 de setembro de 2015.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUZA, F. A. S. Flutuabilidade da temperatura máxima e mínima do ar mensal e anual de 10 municípios do estado de Pernambuco. **Congresso**

Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE. 15 a 18 de setembro de 2015.

NÓBREGA, R.; SANTIAGO, C. F.; AYANE, G. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, (63), 9-26. 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100002>

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 7(06), 1100-1109. 2014.

SILVA-JUNIOR, J. L. R. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, n.6, p.759-767. 2011.

SILVA, C. J.; FRANCA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M. O índice de aridez e sua tendência à desertificação na bacia do Rio Ipojuca-PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v.4, p.21 – 30. 2019.

SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R.C. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p. 183-192. 2007.

PAULA, J. A. A.; CARDOSO, E. A.; SOUSA, R. P.; ASSIS, J. P. Análise agrônômica e econômica do cultivo de melão (*cucumis melo*, L.) Conduzido na região semiárida do nordeste brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**. [online] 14. Disponível: http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2017B4. 2017.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas - MA. **Scientia Agraria** [online] 18. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i1.48584>. Acesso: 2020. 2017.

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

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Publications In Climatology. **New Jersey**: Drexel Institute Of Technology, 1955.104p. 1955.

VILAR, H. N.; MEDEIROS, R.M. Índice de aridez na Zona da Mata no Estado de Pernambuco - Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v.04, p.14 - 20. 2019.