

BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL ENTRE 1920-2018 EM SERRA TALHADA – PE, BRASIL

SEQUENTIAL WATER BALANCE BETWEEN 1920-2018 IN SERRA TALHADA - PE, BRAZIL

RAIMUNDO MAINAR DE MEDEIROS

Pós-Doutor pela Universidade Federal Rural de Pernambuco / UFRPE

mainarmedeiros@gmail.com

Resumo: A metodologia do cálculo balanço hídrico sequencial fornece o saldo d'água disponível no solo para a vegetação e contabiliza a entrada d'água pelo índice pluviométrico e/ou irrigação e a saída do balanço estão ocasionadas pela evapotranspiração, ponderando determinada capacidade de armazenamento d'água no solo. Tem-se como objetivo realizar o balanço hídrico sequencial pelo método de Thornthwaite (1948), Thornthwaite e Mather (1955) para Serra Talhada – PE, com a finalidade de disponibilizar os dados necessários ao planejamento de atividades rurais e urbanas para o município. Os dados pluviométricos mensais e anuais e os valores médios mensais de temperatura do ar foram fornecidos pelo Departamento de Obras Contra a Seca, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e do Instituto Nacional de Meteorologia através da estação meteorológica convencional. A precipitação máxima foi de 645,1 mm e a mínima de 10,9 mm; a temperatura máxima foi 26,5 °C e a mínima de 24,5 °C; a evapotranspiração potencial máxima foi de 961,8 mm/ano e a mínima 88,5 mm/ano. Não há excesso hídrico. O balanço hídrico sequencial é uma ferramenta necessária ao estudo agroclimático do município e região.

Palavras-chaves: Flutuações pluviométricas e térmicas; Deficiência e excedente hídrico; eventos extremos

Abstract: The methodology of the sequential water balance calculation provides the available water balance in the soil for the vegetation and counts the inflow of water by the rainfall and / or irrigation index and the outflow of the balance is caused by evapotranspiration, considering a given storage capacity. water in the soil. The objective was to carry out the sequential water balance by the method of Thornthwaite (1948), Thornthwaite and Mather (1955) for Serra Talhada - PE, in order to provide the necessary data for the planning of rural and urban activities for the municipality. Monthly and annual rainfall data and average monthly air temperature values were provided by the Department of Works Against Drought, the Northeast Development Superintendency and the National Meteorological Institute through the conventional meteorological station. The maximum precipitation was 645.1 mm and the minimum was 10.9 mm; the maximum temperature was 26.5 °C and the minimum 24.5 °C; the maximum potential evapotranspiration was 961.8 mm / year and the minimum 88.5 mm / year. There is no excess water. The sequential water balance is a necessary tool for the agroclimatic study of the municipality and region.

Keywords: pluvial and thermal fluctuations; Water deficiency and surplus; extreme events

Introdução

Souza et al. (2017) descreveram que o computo do balanço hídrico sequencial é um identificador climatológico de melhor confiabilidade quando comparado ao balanço hídrico normal, onde determinam os períodos marcantes de deficiência hídrica. Para amenizar os efeitos da deficiência hídrica no solo, Souza et al. (2014) mostraram a necessidade da realização de

planejamentos integrados para os recursos hídricos, com vista nos sistemas de irrigação dimensionados conforme a demanda e/ou déficit hídrico da região.

França et al. (2019) realizaram a análise do balanço hídrico (BH) pela metodologia de Thornthwaite (1948), Thornthwaite e Mather (1955) entre 2000-2016 e seu comparativo com 2016 visando averiguar o déficit hídrico e o armazenamento d'água no solo no município de Serra Talhada – PE. Os elementos meteorológicos mostraram que mudanças bruscas podem ocorrer e que os habitantes deverão mudar de táticas no futuro em relação aos plantios, armazenamento d'água e condições de sobrevivência. Estudos futuros devem ser levados em consideração para melhor entendimento de como os sistemas transientes atmosféricos e os efeitos locais irão afetar a variabilidade pluvial, evapotranspiração e evaporação. Segundo ainda os autores, tendência de acréscimo na temperatura e nos índices evaporativos poderão ocasionar eventos extremos de precipitações em curto intervalo de tempo e de alta magnitude.

Medeiros et al. (2020) realizaram o cálculo do balanço hídrico sequencial (BHS) para o município de Lagoa seca - PB, visando constatar as oscilações dos elementos climáticas, determinando e disponibilizando contribuições para elaborações de projetos rural, urbano e agropecuário. Os valores evapotranspirativos mensais para a área estudada registrou acoplamento das coordenadas geográficas e orografia. A compactação de solo (urbano e rural), o crescimento vertical e a falta de arborização próxima aos lençóis d'água vêm ocasionados aumento no poder evapotranspirativo. Geraram-se informações para os tomadores de decisões governamentais e aos elaboradores de projetos agropecuários, agrícolas, agronegócios, hortifrutigranjeiros entre outras atividades que possam ocasionar desenvolvimento sustentável e ambiental ao município.

Medeiros (2020a) realizou o BHS para o município de São Bento do Una (PE) com o intuito de verificar a contribuição do armazenamento e represamento d'água, em relação à crise hídrica, gerando e disponibilizando subsídios para os elaboradores de planejamento e projeto da área estudada. O autor conclui que a degradação ambiental, o efeito local da ação do homem tem por si só acelerado o processo de modificação do clima regional, com isso afetando diretamente as condições do regime pluviais e da disponibilidade d'água no solo. Sendo de extrema necessidade o uso de captação d'água de chuva e de outras fontes de armazenamento para a sobrevivência humana, animal e vegetal, contribuindo deste modo ao setor agropecuário e avícola da região.

Matos et al. (2019) estimaram o cálculo do balanço hídrico climatológico normal (BHN) e sequencial (BHS) para o município de Barbalha - CE, visando disponibilizar informações para o planejamento agrícola regional. Os autores mostraram que existe a necessidade de irrigação para evitar redução tanto em crescimento quanto em produtividade das culturas. Os resultados deste estudo fornecerá suporte para o planejamento das atividades agrícolas da área estudada.

Matos et al. 2019, Passos et al. (2016) e Holanda et al. (2019) afirmaram que o balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio da precipitação (P), evapotranspiração real (ET_r), evapotranspiração potencial (ET_p), armazenamento d'água no solo (ARM), deficiência hídrica (Def) e excedente hídrico (Exc). Por meio do conhecimento desse fluxo de entrada e saída d'água no solo, ou seja, do balanço hídrico, que são definidos os períodos com deficiência e excedente hídrico, permitindo desta forma a classificação climática da região.

Nunes (2009) mostrou que as atividades antrópicas sem controles associadas às distribuições e as variabilidades pluviiais vem trazendo consequências negativas a socioeconômicas e a sobrevivência humana. A crescente intervenção humana ao meio físico vem aumentando substancialmente o grau de risco dos locais em relação a episódios que podem se tornar desastres.

Medeiros et al. (2013) mostraram que a metodologia do cálculo BH fornece o saldo d'água disponível no solo para a vegetação e contabiliza a entrada d'água pelo índice pluviial e/ou irrigação e a saída do BH estão ocasionadas pela evapotranspiração, ponderando determinada capacidade de armazenamento d'água no solo.

Medeiros et al. (2012) estudando o município de Picuí - PB perceberam que os índices pluviiais não são suficientes para vários tipos de culturas, o que inviabiliza o cultivo de sequeiro. Os autores advertiram que diante de um cenário de mudanças climáticas, à condição para o armazenamento d'água das chuvas para o consumo humano e animal sofrerá impactos significativos, sendo necessário, portanto, o planejamento para convivência com a seca através da construção de cisternas e outros similares, que possibilitem o armazenamento d'água e minimize os impactos da falta de chuvas.

Medeiros et al. (2012) avaliaram a temperatura diária do ar para os municípios de Parnaíba, Picos e Gilbués do Estado do Piauí com diferentes metodologias, concluíram que os métodos aferidos em relação ao padrão normal possuíram desempenho classificado como "Muito bom e Ótimo", com índice de confiança oscilando entre 0,83 a 0,98, e que os referidos métodos podem ser

aplicados nas avaliações das temperaturas do ar. Medeiros (2018) afirmou que as oscilações térmicas é uma das variantes fisiográficas que melhor explicam a variação da temperatura mensal e anual no estado do Piauí.

Medeiros (2016) realizou o cálculo do BH mensal para o município de Matinhas (PB), visando o planejamento da citricultura. 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, evapratranspirando 32% acima do índice pluviual, com taxa de evaporação anual de 906,7 mm.

A carência hídrica é um dos principais problemas a ser confrontado pela humanidade no tempo atual. O uso sustentável d'água não é preferência só do setor agropecuário e das regiões que registram insuficiência d'água, devendo ser prioridade de todos os setores da socioeconômica e regiões mundiais Pedde et al. (2013).

Cunha et al. (2001) afirmaram que os fatores climáticos são os principais causadores de flutuações no rendimento de grãos das culturas e das flexibilidade na agropecuária, pois temperatura, umidade e precipitação não podem ser controlados ou modificados pelo homem em grande escala.

A precipitação sobrevém a ser a única fonte de suprimento d'água. Por isso, ao escoar superficialmente a água é barrada em pequenos açudes e usada para o abastecimento e irrigação. Pequena porção d'água de chuva é captada e armazenada em cisternas para fins potáveis. A precipitação é extremamente variável tanto em magnitude quanto na distribuição espaço-temporal para qualquer região e, em especial, no Nordeste do Brasil (ALMEIDA et al., 2007; 2004).

Tem-se como objetivo realizar o computo do balanço hídrico sequencial (BHS) pelo método de Thornthwaite (1948), Thornthwaite e Mather (1955) para Serra Talhada – PE, com a finalidade de disponibilizar os dados necessários ao planejamento de atividades rurais, como época de plantio, distribuição de sementes para agricultores familiares, construção de obras hídricas como açudes e barragens subterrâneas, e urbanas, como aproveitamento da água de chuvas, rede de drenagem urbana, rede de esgotamento sanitário, para o município.

MATERIAL E MÉTODOS

Serra Talhada localiza-se no território do Pajeú na mesorregião do Sertão Pernambuco e posiciona nas coordenadas geográficas de latitude 07°59' e longitude 38°17' e altitude de 429 m. (figura 1).

Serra Talhada tem clima do tipo “As” (Tropical chuvoso, com verão seco), segundo a classificação de Köppen (1928), Köppen e Geiger (1931), estas classificação foram reconhecidas pelos autores Medeiros et al. (2018) e Alvares et al. (2014) em seus estudos.

Os elementos provocadores de chuvas no município são: contribuição da Zona de Convergência Intertropical, formação dos vórtices ciclônicos de altos níveis, contribuição dos ventos alísios de nordeste no transporte de vapor e umidade e sua condensação formando nuvens e ocasionando chuva de moderada a forte, formações das linhas de instabilidades, orografia e sua contribuição atmosférica local e regional (MEDEIROS, 2016).

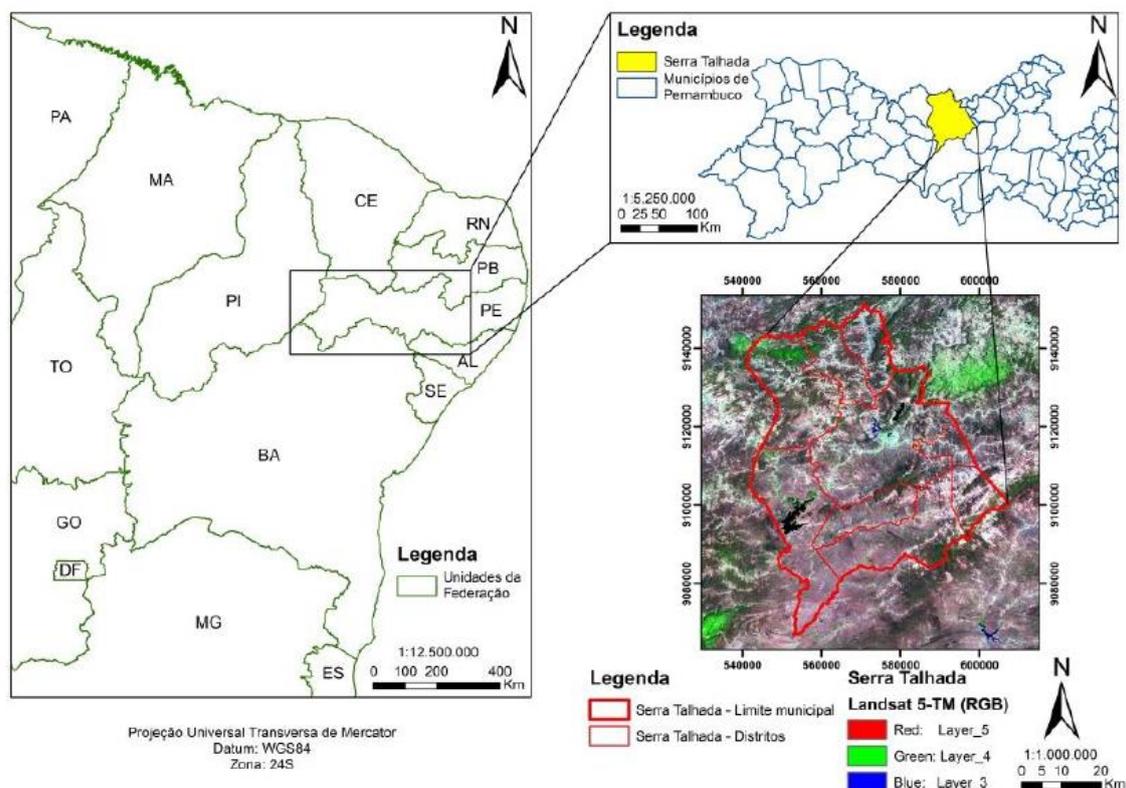


Figura 1. Posicionamento do município de Serra Talhada no estado do Pernambuco.
Fonte: Silva et. al. (2020).

Os dados pluviométricos mensais e anuais e os valores médios mensais de temperatura do ar foram fornecidos pelo Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através da estação meteorológica convencional (1950-2018).

As falhas de dados ocorridas na década de 1990 podem ser explicadas pela troca de responsabilidade na coleta dos registros pluviométricos da antiga SUDENE (1990) para o Laboratório de Meteorologia do Estado de Pernambuco (LAMEPE, 1990; INMET, 2020). Realizou-se os preenchimentos de falhas, homogeneização e consistência dos dados, comparados aos observados na própria série de dados da estação, visando-se as análises necessárias.

Os dados meteorológicos referentes a precipitação foram examinados e certificados em suas séries, para tanto utilizaram de análise no tocante à sua consistência, homogeneização e preenchimento de falhas em cada série, utilizou-se do método da distância ao quadrado (THIESSEN, 1911).

Utilizou-se do método de Thornthwaite (1948), Thornthwaite e Mather (1955) para o cálculo BHS em escala mensal, a partir das normais climatológicas de temperatura e precipitação média. Utilizou-se o valor da capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. O computo do BHS foi realizado através de planilha eletrônica elaboradas por Rolim et al. (1998) e adaptado por Medeiros (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variabilidades pluviométricas e as delimitações dos parâmetros estatísticos básicos de Serra Talhada estão visíveis na tabela 1. O período chuvoso inicia-se em dezembro com chuvas de pré-estação (chuvas que antecede o período chuvoso) e seu término ocorre no final do mês de maio, com média de 86,1 mm. O período seco compreende os meses de junho a novembro com índices pluviométricos de 16,5 mm. O trimestre chuvoso centra-se nos meses de fevereiro, março e abril com precipitação média de 119,2 mm, o trimestre seco corresponde aos meses de agosto, setembro e outubro com um índice pluviométrico de 8,6 mm. A precipitação anual é de 633,8 mm. Os autores Conti (2003) e Hare (1992) afirmam que o coeficiente de variação (CV) é superior a 25% nas regiões secas, excedendo em até 40% ao longo das áreas desérticas, evidenciando, assim, a fragilidade

climática e ecológica da área em estudo. O coeficiente de variância oscila entre 2,33 no mês de agosto a 0,65 em março com 0,38 anuais. A precipitação anual é de 633,8 mm e suas flutuabilidades oscilam entre 5,2 mm em setembro a 144,5 mm em março. Entre os meses de dezembro a maio que corresponde ao período chuvoso têm-se contribuições pluviais de 78,7% das chuvas anuais e nos meses de junho a novembro a chuva anual contribui com 16%. A mediana anual é igual aos índices pluviais e suas oscilações mensais fluem entre 8,1 mm em outubro a 165,5 mm em fevereiro, os valores da média tem probabilidade de melhores ocorrências do que os valores da mediana (ALMEIDA et al., 2007). Os desvios padrões oscilam entre 12,1 mm em setembro a 94,2 mm em março com valor anual de 241,3 mm. A precipitação mínima absoluta anual foi de 110,9 mm no ano de 1958. As oscilações nos valores pluviais máximos absolutos fluem entre 100,4 mm em setembro a 491,9 mm no mês de fevereiro, com um valor máximo de 1645,1 mm no ano de 1985 (tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros estatístico pluvial (mm) entre 1920-2018 para Serra Talhada – PE.

Parâmetros meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual
Média	78,7	106,3	144,5	106,8	48,4	26,9	16,9	7,9	5,2	12,6	29,4	50,1	633,8
Mediana	72,6	165,5	83,0	96,0	77,5	18,0	27,8	42,8	8,1	42,5	0,0	0,0	633,8
Desv. Pad	78,0	78,2	94,2	76,8	46,7	28,5	19,3	18,3	12,1	22,7	40,8	51,9	241,3
Coef. Var.	0,99	0,74	0,65	0,72	0,96	1,06	1,14	2,33	2,31	1,81	1,39	1,03	0,38
Prec máx	452,5	491,9	434,0	368,6	223,3	141,6	84,2	112,1	100,4	123,4	165,7	246,9	645,1
Prec mín	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9

LEGENDA: Desv. Pad. = Desvio padrão; Coef. Var. = Coeficiente de Variância; Prec máx = Precipitação máxima absoluta; Prec mín = Precipitação mínima absoluta.

Fonte: Medeiros (2020).

A Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1989) sugerem que em estudos comparativos de clima, devem-se utilizar séries médias para períodos com mais de 30 anos de observações, para tanto os dados precisam ter consistência e homogeneidade na sua comparação entre seus valores analisados.

Sousa et al. (2010) revelaram que as informações dos elementos climáticas de determinada região é indispensável para a elaboração de estratégias visando diretrizes acertadas sobre os recursos naturais, buscando achar por uma ampliação sustentável e aplicando novas técnicas agropecuárias viáveis e seguras para os biomas locais.

Ometto (1981) e Pereira et al. (2002) mostraram que as flutuações dos índices térmicos máximos e mínimos do ar permanecem integrados à quantidade da energia solar recebida, cobertura de nuvem, umidade relativa do ar e do solo, vento e da orografia, altitude e latitude local, os estudos corroborar com os resultados discutidos mostrando que as variabilidades climáticas geram e disponibilizam subsídios para a efetivação de planejamentos rural e urbano,

Na tabela 2 demonstra-se as variabilidades dos parâmetros estatístico da temperatura média (°C) entre os anos 1920-2019. A temperatura média oscilam entre 23,3 °C no mês de julho a 26,8 °C em dezembro, com temperatura anual de 25,3 °C. A mediana anual é de 25,5 °C e suas oscilações fluem entre 23,6°C (julho) a 26,7°C em dezembro. Os valores da mediana tem maiores probabilidade de ocorrência que os valores médios. Trabalhos como os de Marengo et al. (2015; 2008; 2007) e de Medeiros et al. (2018) corroboram com os resultados discutidos.

Serra Talhada registra um desvio padrão anual é 0,46 mm e suas oscilações mensais fluem entre 0,40 no mês de julho a 0,59 em dezembro. O Coeficiente de variancia oscila entre 0,017% em julho a 0,022 no mês de dezembro com seu valor anual de 0,018%.

Galvani (2011) em seus estudos sobre o desvio padrão mostrou que as informações é o “grau de dispersão dos seus valores em relação ao valor médio”. O coeficiente de variância é utilizado para fazer comparações em termos relativos e expressa “a variabilidade de cada conjunto de dados normalizada em relação à média, em porcentagem.” O que corroboram com os resultados discutidos.

Tabela 2. Parâmetros estatístico da temperatura do ar (°C) entre 1920-2018 em Serra Talhada – PE.

Parâmetros meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual
Média	26,5	25,8	25,3	25,1	24,4	23,6	23,3	24,0	25,3	26,4	26,7	26,8	25,3
Mediana	27,2	26,4	25,8	25,5	24,8	24,0	23,6	24,2	25,4	26,2	26,5	26,7	25,5
Desv. Pad	0,51	0,49	0,50	0,45	0,43	0,44	0,40	0,47	0,48	0,52	0,57	0,59	0,46
Coef. Var.	0,019	0,019	0,020	0,018	0,018	0,018	0,017	0,019	0,019	0,020	0,021	0,022	0,018
Temp. max	27,7	27,0	26,6	26,3	25,5	24,7	24,4	25,2	26,5	27,7	28,2	28,2	26,5
Temp.mim	25,6	25,0	24,7	24,5	23,6	22,8	22,6	23,3	24,5	25,4	25,8	25,7	24,5

LEGENDA: Desv. Pad. = Desvio padrão; Coef. Var. = Coeficiente de Variância; Temp abs = temperatura máxima absoluta; Mínima abs = temperatura mínima absoluta.

Fonte: Medeiros (2020).

O valor da temperatura máxima absoluta anual é de 26,5 °C e suas oscilações mensais registram-se entre 24,4 °C (julho) a 28,2 °C entre novembro e dezembro. A temperatura mínima absoluta anual é de 24,5 °C e suas oscilações mensais ocorrem entre 22,6 °C no mês de julho a 25,7 °C no mês de dezembro.

O Balanço hídrico climatológico e o Balanço hídrico sequencial podem ser utilizados em planejamento agroflorestal e estudos de aptidão territorial, como por exemplo: identificar datas de semeadura com menor ocorrência média de dias com excedente hídrico para culturas (GARCIA, 2010); dar subsídio ao planejamento agrícola de uma região pela espacialização das deficiências hídricas em função da capacidade de campo (CARDOSO, 2005; FREITAS et al., 2011); estudos de viabilidade de empreendimentos agroflorestais (ORLANDINI et al., 2011); estudos hidroagrícolas e ambientais de bacias hidrográficas (SANTOS et al., 2013); estudos de alterações climáticas (GARCIA, 2010; COUTINHO et al., 2012). Podem também subsidiar a gestão das atividades agropecuárias e turísticas, identificando as épocas mais favoráveis às atividades, Zoneamento Agrícola de Risco Climático (NEVES et al., 2011).

O cálculo do balanço hídrico sequencial (BHS) correspondem ao período de 1950-2019 para o município de Serra Talhada onde se busca compreender suas flutuações e variabilidades decadais na temperatura, precipitação, evaporação, evapotranspiração, deficiência e excedente hídrico seguidamente dos seus gráficos.

Na figura 2 destaca-se as variabilidades da temperatura média do ar entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2019) em Serra Talhada – PE.

A temperatura do ar tem suas oscilações de variações espacial em áreas decorrentes por diversos fatores, dentre esses se destacam o uso e ocupação do solo, vegetação e orografia. Na década de 1950 registrou-se temperatura decadal de 24,9°C, com as oscilações máximas e mínimas ocorrendo entre 26,9°C (1957) a 22,6°C (1954). Na década 60 as oscilações térmicas fluíram entre 22,9°C nos anos de 1961; 1964 e 1967 a 26,9°C nos anos de 1963; 1965 e 1969 com temperatura média decadal de 25,0°C. Com temperatura média decadal de 24,9°C e suas oscilações máximas e mínimas fluíram entre 27,3°C (1972) a 22,8°C (1975). A temperatura máxima registrada no ano de 1982 foi de 27,4°C, nos anos de 1981; 1984; 1985 e 1988 registrou-se temperatura mínima de 23,1 °C na década de 1980. Na década de 90 com temperatura extremas (máximas e mínimas) oscilando

entre 27,7°C (1997) a 23,2°C (1999) e com temperatura média de 25,4°C. No ano de 2009 registrou-se temperatura máxima de 27,8°C e sua temperatura mínima registraram-se no ano de 2004 com 22,9°C e temperatura média decadal de 25,3°C. Na década 2010 a temperatura média foi de 26,1°C com oscilações máximas e mínimas fluindo entre 28,2°C nos anos (2012; 2013 e 2016) a 23,4°C no ano de 2018.

Nas décadas 1950 e 1970 a temperatura média registrada foi de 24,9°C, comparando-se estas duas décadas com as demais estudadas registra-se aumento de 0,1°C na década de 60; acréscimo de 0,3°C em 80; 0,5 °C em 90; 0,4 °C em 2000 e aumento de 1,2°C na última década.

Entre os anos de 2009 a 2018 registraram-se as maiores elevações na temperatura média do ar com oscilações de 24°C no mês de janeiro de 2009 a 28,5°C no mês de outubro de 2017.

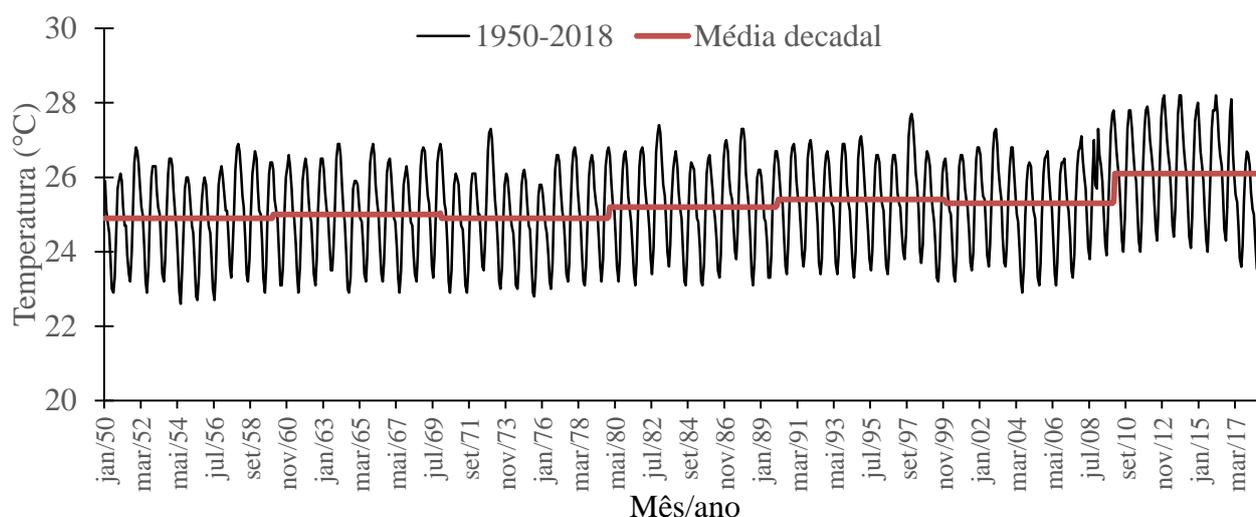


Figura 2. Variabilidade da temperatura média do ar entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) para Serra Talhada – PE.
Fonte: Medeiros (2020).

Barbieri (2007) e Sachs (2015) afirmaram que nas últimas quatro décadas, os estudiosos compreenderam que a finitude dos recursos naturais coligada com a fragilidade dos ecossistemas do planeta Terra não suportaria o ritmo de crescimento econômico imposto pela humanidade. Marengo et al. (2011) explica que o aumento da temperatura influencia na perda de umidade do solo, como consequência do aumento da evapotranspiração. Estes estudos corroboram com os resultados discutidos sobre o ponto de vista dos recursos naturais (água) está ficando escasso em grande parte do globo.

Na figura 3 tem as oscilações pluviiais entre os anos de 1950-2019 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) em Serra Talhada – PE. Na década 50 a precipitação decadal foi de 38,3 mm a precipitação máximas registrada foi de 240,4 mm no ano de 1950, as precipitações mínimas não foram registradas em todos os anos. Na decada 60, não registrou-se ocorrência de chuvas mínimas em todos os anos, a precipitação máxima foi de 319,7 mm com média anual de 54,6 mm. Com precipitação máxima de 334,0 mm no ano de 1974 e nos anos 1972 e 1997 sem ocorrência de chuvas, totalizando 64,8 mm de precipitação média decadal (1970). Na decada 80 registrou-se precipitação média de 63,6 mm precipitação máxima ocorrida no ano de 1985 totalizando 387,5 mm, nos anos de 1985 e 1986 não se registrou índices pluviiais mínimos. A precipitação máxima na década de 90 foi de 237,0 mm no ano de 1992, A precipitação média decadal é de 46,4 mm. Na década 2000 a precipitação máxima foi de 452,5 mm com média anual decadal de 55,1 mm. Com média pluvial de 46,0 mm e com precipitação máxima de 215,3 mm no ano de 2011, foram as flutuações na década 2010.

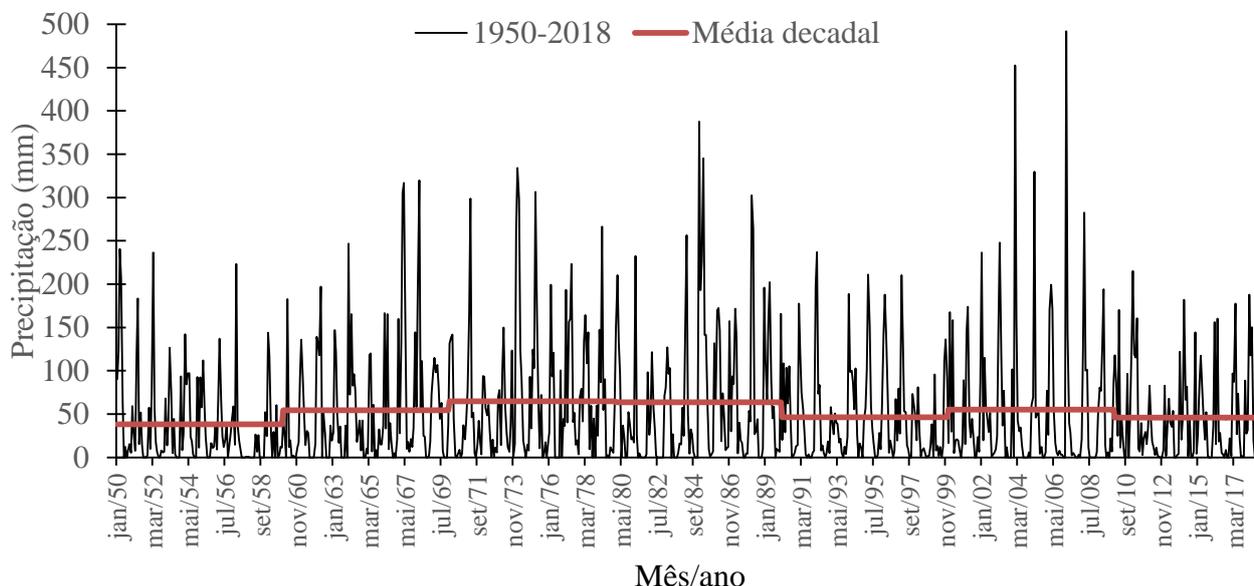


Figura 3. Variabilidade da precipitação entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE. Fonte: Medeiros (2020).

As oscilações dos índices pluviiais decadais fluíram da seguinte maneira nas décadas estudada: 50 com 38,3 mm; 60 com 54,6 mm; 70 com 64,8 mm; 80 com 63,6 mm; 90 com 46,4 mm; 2000 com 55,1 mm e 2010 com 46,0 mm.

O consumo de quanto realmente está sendo evapotranspirado é expresso pela evapotranspiração, a qual se comporta semelhante à distribuição pluvial. Estas flutuações ocorrem devido às oscilações entre os períodos seco e chuvoso, lembra-se ainda que os movimentos dos fatores provocadores e/ou inibidores de chuvas depende exclusivamente dos elementos de larga, meso e grande escala, assim como das contribuições dos efeitos locais, por exemplo, o posicionamento da Zona de convergência Intertropical; atuação dos Vórtices Ciclônico de Altos Níveis, dipolo, intensidades dos ventos alísios, entre tantos outros elementos. Medeiros (2018).

Vários projetos são mal sucedidos devido a sua vulnerabilidade frente às condições meteorológicas e a ineficiência no planejamento e controle da repartição d'água (FREITAS et al., 2010). Corroborar a isso a falta de investimento em estruturas que poderiam potencializar o melhor aproveitamento do recurso hídrico e o uso indiscriminado ainda praticado por usuários que permanecem à margem da Lei.

Marengo (2012) mostrou que a região do NEB distinguir-se naturalmente pelo alto potencial evaporativo d'água em desempenho da ampla disponibilidade de energia solar e das altas oscilações térmicas. 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 ocorra aumento nos índices pluviais, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional.

As oscilações evapotranspirativas e suas médias decadais estão representadas na figura 4. Na década de 1950 a ETP fluiu entre 1483,2 mm no ano de 1958 a 1400,2 mm em 1955. Os meses de maiores ETP (150,0 mm) dezembro e menores ETP registraram-se em junho com 94,5 mm e média de 120,9 mm. Os anos 60 registrou média de 121,9 mm com ETP máxima anual de 1487,5 mm em 1963, seu máximo ocorreu em dezembro de 1965 com 149,4 mm e seu mínimo em 1964 com 96,1 mm. Nos anos 70 a ETP média foi de 120,9 mm, com total máximo de 1485,8 mm em 1979 os meses de dez e julho foram registrados os máximos e mínimos poderes evapotranspirativos dos anos 70.

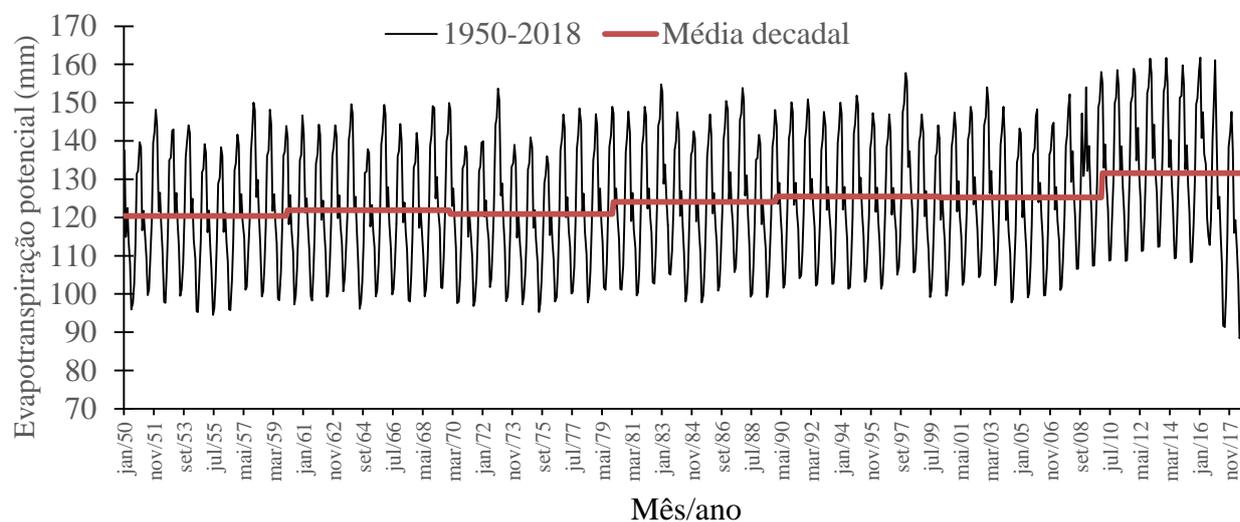


Figura 4. Variabilidade da evapotranspiração entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE.

Fonte: Medeiros (2020).

Nos anos 80 a ETP anual oscilou entre 1545,7 mm em 1987 a 1460,8 mm no ano de 1984, o mês de dezembro de 1982 registrou 154,8 mm e junho 1981 registrou o menor índices de ETP 99,6 mm. Com média de 124,1 mm. Na década 90 registraram-se maiores poder evapotranspirativo no ano de 1998 com 1549,0 mm, seu mínimo valor registrado ocorreu em junho de 1999 com 99,2 mm e seu máximo evaporativo foi em dezembro de 1998 com 155,7 mm, sua média decadal foi de 125,5 mm. A década 2000 foi registrada o maior índice evapotranspirado no ano de 2009 com 1592,7 mm. No ano de 2005 em junho registro 99,1 mm e no ano de 2009 158,0 mm, com média decadal de 125,2 mm. Entre os anos de 2010 a 2018 registrou o máximo evaporativo em 2013 com 1649,8 mm, no mês de dezembro de 2016 a ETP máxima foi de 161,8 mm e sua mínima registrou-se no mês de junho de 2018 com 88,5 mm e média decadal de 131,6 mm. Estudos como o de Marengo et al. (2015; 2008; 2007) e Medeiros et al. (2018) corroboram com os resultados discutidos, e que os poderes evapotranspirativos vem aumentando gradativamente devido o acréscimo nos índices térmicos e redução dos índices pluviais.

Sales (2003) garantiu que a evaporação, ao contrário da evapotranspiração, satisfaz a uma disponibilidade total d'água, simulando o volume que é retirado do sistema pela evapotranspiração e que é usada na produção primária pelos vegetais. Considerando ser a evaporação aquela que ocorre nas condições reais às quais o vegetal está submetido, não existindo disponibilidade hídrica

satisfatória e vegetação uniforme sobre a superfície, constata-se uma relação direta entre os índices pluviiais e a evaporação, sendo que os menores índices de evaporação relacionam-se aos baixos índices pluviiais e os maiores índices de evaporação a uma precipitação elevada. Esta afirmação de Sales reafirma os valores das oscilações encontrados neste artigo. Nobre et al. (2005) afirmaram que um aumento na temperatura do ar eleva as taxas de evaporimétricas acarretando em maior deficiência hídrica e alterações no ciclo hidrológico. Os índices evapotranspirativos de setembro de 2008 a novembro de 2017 registrou acréscimos nas suas taxas evapotranspirativos

Na figura 5 tem-se as variabilidades do poder evaporado entre os anos de 1950-2019 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE.

Com média decenal de 38,9 mm e com 557,9 mm evaporado no ano de 1954, e com 0,0 mm de EVR nos meses de dezembro (1953) e outubro (1955) o máximo mensal ocorreu no mês de março com 105,6 mm (1952). Na década 60 registrou-se média evaporativa de 53,3 mm e seu máximo valor ocorreu no ano de 1966 com 868,0 mm. Sua EVR máxima registrou-se no mês de dezembro (114,8 mm) de 1963 e seu mínimo no mês de dezembro de 1960 com 0,6 mm. Nos anos 70 a EVR máxima registrou-se no ano de 1978 com 666,0 mm e seu máximo mensal ocorreu em 1973 (119,3 mm) no mês de janeiro 1973 o mínimo mensal registrou 0,2 mm, a média decadal foi de 48,4 mm. Os anos 80 registrou-se média de 49,4 mm, com o total máximo no ano de 733,8 mm em 1985, seu máximo mensal ocorreu em março de 1983 com 113,3 mm e seu mínimo em 1980 com 0,6 mm no mês de janeiro.

Com média de 44,0 mm e com máximo anual de 787,8 mm em 1995 e seu máximo mensal em 1995 com 109,8 mm e mínimo em 1998 com 0,0 mm nos meses de novembro e dezembro, foram suas flutuações para a década 90. Na década 2000 a EVR máxima ocorreu em 791,1 mm (2004), a EVR mínima foi de 1,0 mm no mês de março de 2001 e seu máximo de 111,6 em 2003 no mês de março com média de 54,0 mm. Entre 2010 a 2019 a EVR fluiu entre 802,2 mm em 2010 a 230,2 mm em 2012. Seu mínimo mensal ocorreu no ano de 2016 com 0,4 mm nos meses de outubro e novembro e seu máximo mensal foi de 114,2 mm janeiro com média decadal de 41,5 mm.

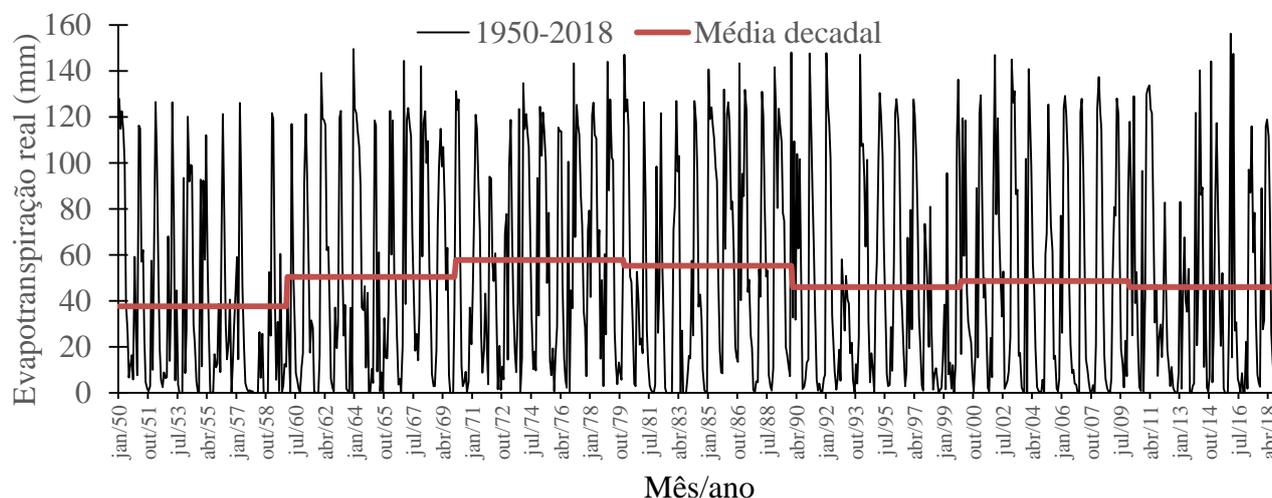


Figura 5. Variabilidade da evaporação entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE.
Fonte: Medeiros (2020).

Souza et al. (2006) explicaram que a disponibilidade d'água no solo é influenciada pelas flutuações térmicas e a distribuição espaço temporal das precipitações, acarretando em um maior volume evaporado.

As oscilações da deficiência hídrica (DEF) estão relacionadas aos períodos de acréscimos e reduções térmicas do ar e da precipitação. A perda hídrica do solo se dá pela influência da temperatura, através do processo de evapotranspiração, bem como a redução da precipitação. Marengo et al. (2011) explica que o aumento da temperatura influencia na perda de umidade do solo, como consequência do aumento da evapotranspiração. Camargo (1971) mostrou que para avaliar se uma região tem deficiência ou excesso d'água durante o ano devem-se considerar dois elementos, a precipitação, responsável pelo aumento da umidade do solo, e a evapotranspiração, responsável pela retirada de umidade no solo.

A distribuição da DEF pode se observada na figura 6. As deficiências hídricas oscilam entre 0 mm a 108,6 mm, com destaque para as duas primeiras décadas e entre os anos 1980-2000 os quais registraram as maiores variabilidade de deficiências hídricas

Na década de 50 as variabilidades das deficiências hídricas estão demonstradas meses a meses. No ano de 1950 registrou-se DEF em nove meses, com um total anual de 667,1 mm e sua maior DEF foi registrada no mês de setembro com 126,4 mm. Com 11 meses de DEF e total anual de 983 mm e setembro com o maior DEF registrado foi o comportamento do ano de 1951. O ano de

1952 registrou 11 meses de DEF total anual de 975,3 mm e agosto elevada DEF com 134 mm. O ano de 1953 registrou no mês de outubro 135,7 mm, total anual de 1057,9 mm em 11 meses de DEF. O mês de outubro registrou 131,3 mm de DEF, total anual de 824,4 mm com 11 meses de DEF para o ano de 1954. Em 1955 totalizou 973,1 mm em 12 meses outubro ocorreram 117,8 mm e em março 9,7 mm de DEF. No ano de 1956 a maior DEF ocorreu no mês de janeiro com 127,1 mm e com um total anual de 948,3 mm em 11 meses. Com um total de 1115,6 mm em 11 meses de DEF e no mês de dezembro registrou-se 149,4 mm para o ano de 1957. Os anos de 1958 e 1959 registraram total anual de 1372,3 mm e 1030,3 mm com 12 e 11 meses respectivos de DEF, os meses de janeiro e outubro foram os de alta DEF. A década 1950 registrou uma média de deficiência hídrica de 82,9 mm. Salienta-se que as incidências pluviiais registradas não foram suficientes para repor a capacidade de campo (100 mm).

A década de 60 registrou média de 71,6 mm, as deficiências hídricas registram-se entre 7 e 12 meses as oscilações anuais das DEF fluíram entre 1136,5 mm no ano de 1960 a 583,3 mm no ano de 1967, os meses de maiores DEF ocorrem em fevereiro, outubro, novembro e dezembro.

Os meses de maiores DEF registraram-se em fevereiro, outubro, novembro e dezembro para a década de 70 que apresentou média de 63,1 mm e seu maior e menor poder de DEF registrou-se nos anos de 1972 com 1008,2 mm em 1977 com um total de 528 mm.

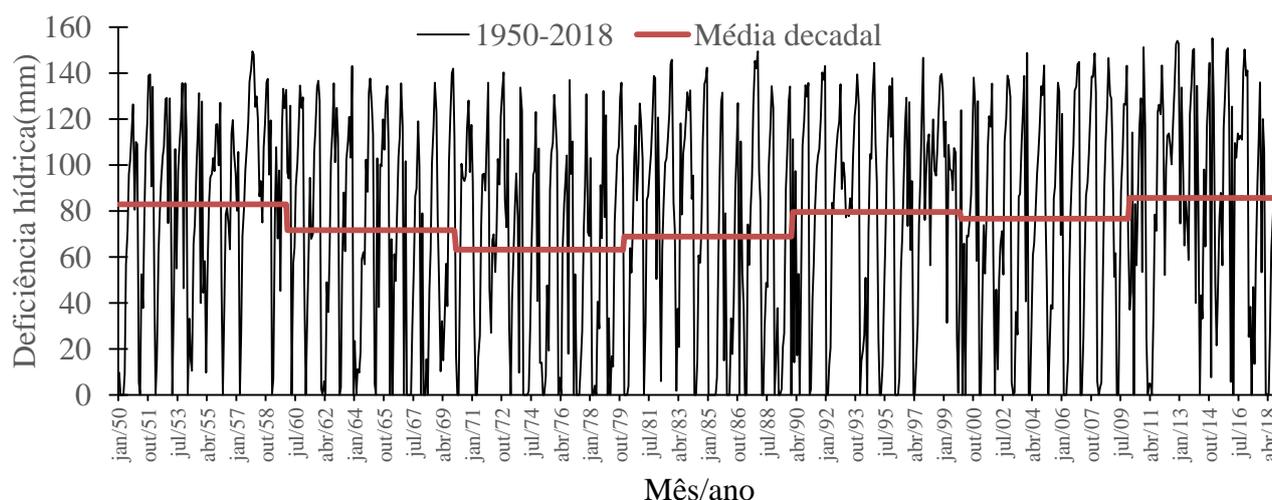


Figura 6. Variabilidade da deficiência hídrica entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE.
Fonte: Medeiros (2020).

Na década 80 sua média foi 68,8 mm. A maior e menor DEF registrada foram de 1159,2 mm no ano 1982 e 437,7 mm no ano de 1985, as DEF foram registradas entre 6 e 12 meses consecutivos.

Com média de 79,6 mm para a década de 90 e com DEF ocorridas entre 9 a 12 meses tendo com maior DEF o ano de 1998 com 1331,5 mm e sua menor DEF no ano de 1996 com 757,5 mm. As DEF ocorreram entre os meses de fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro.

A década de 2000 registrou média de 76,6 mm. As DEF registraram-se entre os meses de outubro, novembro e dezembro. O ano de 2007 apresentou a maior DEF (1057,8 mm) e a menor DEF ocorreu no ano de 2003 com 803 mm.

Com média de 89,9 mm e com 1421,7 mm de DEF no ano de 2012 e 706,5 mm no ano de 2018 registradas entre 10 a 12 meses foi o comportamento das DEF na década 2010.

Ortolandi (2011) afirmou que as flutuações das deficiências hídricas, integradas aos períodos de estiagem prolongada durante o período chuvoso, é uma das causas das reduções de safras de grãos no Brasil e para que haja uma redução nas suas perdas para os agricultores, tornou-se imprescindível amoldar-se, quantificar e mapear as áreas mais adequadas ao plantio das culturas de sequeiro, levando-se em consideração as condições climáticas e a distribuição pluvial.

Devido às irregularidades interanuais pluviométricas registradas na área de estudo destacam-se as oscilações dos excedentes hídricos os quais em alguns anos não alcançaram a capacidade de campo e suas contribuições para o armazenamento e represamento de água. A limitação dos recursos hídricos na atualidade é importante condicionante ao desenvolvimento socioeconômico, acarretando inúmeros desafios ao planejamento e gerenciamento deste recurso (SOUSA et al., 2015).

É observado que o excedente hídrico (EXC) representa seus maiores índices no período em que as chuvas são elevadas. Esse comportamento se dá pelo ganho d'água, em determinado volume de solo, durante os períodos chuvosos. Já as pequenas flutuações que o EXC apresenta estão relacionadas aos altos índices térmicos, que proporciona a evapotranspiração, conseqüentemente, a perda d'água do solo para a atmosfera. Souza et al. (2006) explicaram que a disponibilidade d'água no solo é influenciada pelas flutuações térmicas e a distribuição espaço-temporal das precipitações. O ganho d'água no solo é constituído, basicamente, pela precipitação, enquanto as

perdas são provenientes da percolação, evapotranspiração e do escoamento superficial e subsuperficial.

Na figura 7 tem-se a variabilidade do excedente hídrico entre os anos de 1950-2019 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE. Na década 1950-1959 os excedentes hídricos registraram um total de 181,8 mm com o máximo valor no ano de 1950 (94,1 mm), em 1952 totalizou 10 mm e com a média decadal de 1,6 mm. Na década 60 seu máximo registrado foi de 200,5 mm totalizando 330,8 mm, no ano de 1968 totalizou 167,8 mm e o mesmo valor para o EXC máximo. Sua média decadal foi de 4,2 mm. Com a média de 7 mm e registrando o total mensal de 435,6 mm no ano de 1974 com o valor máximo de 219,3 mm. Com a média de 7 mm e seu EXC máximo de 219,3 no ano de 1974 totalizando 435,6 mm foram as variabilidades da década 70. A década 80 foi caracterizada com a média de 8,2 mm totalizando 626,0 mm no ano de 1985 e com o valor máximo de 228,7 mm. A década 90 tem uma média de 0,7 mm e seu valor máximo total anual foi de 61,9 mm no ano de 1992. No ano 2007 o excedente hídrico totalizou 286,8 mm com o máximo de 269,8 mm e a média de 6,5 mm. A década 2010 apresentou o excedente e o valor máximo de 10,3 com 0,1 mm.

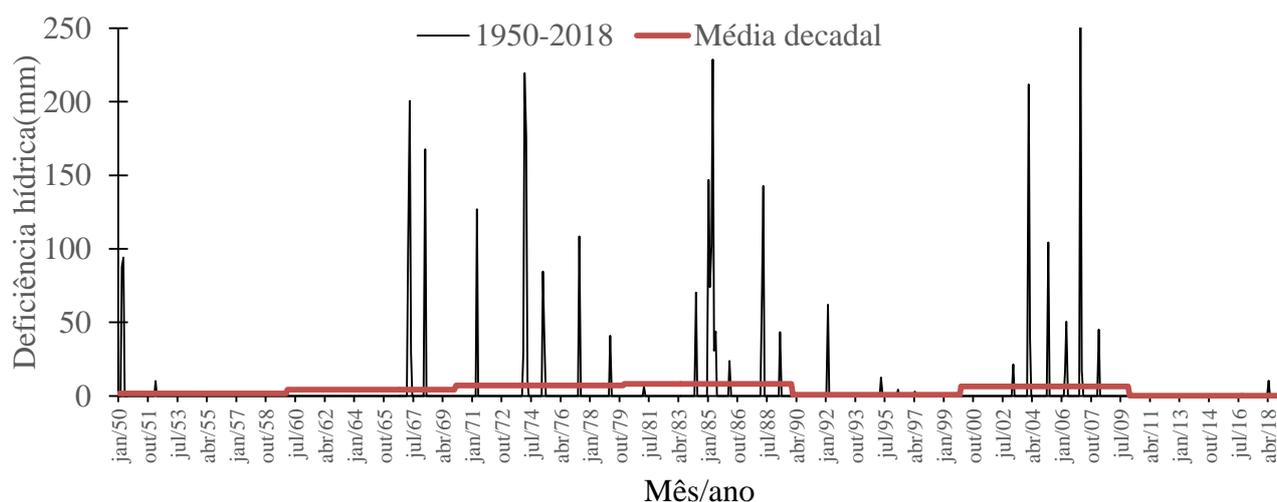


Figura 7. Variabilidade do excedente hídrico entre os anos de 1950-2018 e das médias decadais (1950-1959; 1960-1969; 1970-1979; 1980-1989; 1990-1999; 2000-2009; 2010-2018) no município de Serra Talhada – PE.

Fonte: Medeiros (2020).

Montenegro et al. (2012) asseguraram que um aquecimento nas áreas semiáridas poderá ocasionar elevados eventos extremos, como secas ou enchentes ainda mais demandadas e

acentuadas, desta forma os informes aos gestores públicos são voltadas a uma visão do planejamento amplo e a um fortalecimento de ações participativas que possam controlar, monitora e alertar a população no geral. Os autores defendem que a governança das águas se deve basear em princípios de gestão compartilhada, descentralizada e de ampla participação pública dos usuários.

Na tabela 3 tem-se as flutuações médias decadais da temperatura; precipitação evapotranspiração; percentual da precipitação sobre a evapotranspiração; evaporação; percentual da evaporação sobre a precipitação; deficiência e excedente hídrico para Serra Talhada. As temperaturas médias decadais foram elevadas na década 2010 nas demais décadas registrou-se flutuabilidades acima da média histórica. As irregularidades pluviais registrou-se em todas as décadas com menor variabilidade a década de 50. As variabilidades evapotranspirativas registraram-se de 0,3 mm a 6,4 mm. Os índices evapotranspirados e evaporados foram maiores que os índices pluviais para todas as décadas. As flutuações evaporativas de maiores incidências foram registradas nas décadas 60, 70 e 80. As deficiências e os excedentes hídricos registraram-se irregularidades interdecadais (tabela 3).

A oscilação da deficiência hídrica está relacionada aos períodos de maiores e menores temperaturas do ar e dos índices pluviais. A perda hídrica do solo se dá pela influência da temperatura, através do processo de evapotranspiração, bem como a redução pluvial. Marengo et al. (2011) explicaram que acréscimo na temperatura influência a perda de umidade do solo, e consequentemente aumenta o poder evapotranspirado.

Tabela 3. Médias decadais dos parâmetros estudados para o município de Serra Talhada

Parâmetros Décadas	Temperatura Média (mm)	Prec (mm)	ETP (mm)	% entre Prec/ETP	EVR (mm)	% entre Prec/EVR	DEF (mm)	EXC (mm)
1950-1959	24,9	38,3	120,4	31,81	37,6	1,86	82,9	1,6
1960-1969	25,0	54,6	121,9	44,79	50,4	7,90	71,4	4,2
1970-1979	24,9	64,8	120,9	53,59	57,8	12,11	63,1	7,0
1980-1989	25,2	63,6	124,1	12,41	55,3	15,00	68,8	8,2
1990-1999	25,4	46,4	125,5	36,97	45,9	1,08	79,6	0,7
2000-2009	25,3	55,1	125,2	44,00	48,6	13,37	76,6	6,5
2010-2018	26,1	44,0	131,6	34,95	45,9	0,21	85,7	0,1

LEGENDA: Prec= Precipitação; ETP=Evapotnaspiração; EVR=Evaporação; DEF=Deficiência hídrica; EXC=Excedente hídrico.
Fonte: Medeiros (2020).

Estas flutuações são decorrentes dos efeitos locais e regionais. Os estudos de Marengo et al. (2015; 2008 e 2007) e Medeiros et al. (2018 e 2016) tem similitudes com os valores discutidos.

CONCLUSÕES

O BHS é uma ferramenta necessária ao estudo agroclimático do município e região. A precipitação máxima foi de 645,1 mm e a mínima de 10,9 mm; a temperatura máxima foi 26,5 °C e a mínima de 24,5 °C; a evapotranspiração potencial máxima foi de 961,8 mm/ano e a mínima 88,5 mm/ano. Não há excesso hídrico.

Os tomadores de decisão precisam monitorar, avaliar e planejar políticas públicas adequadas ao município e região, possibilitando a redução dos impactos negativos da distribuição da precipitação, e a incertezas das atividades de sequeiro.

Os impactos climáticos vêm ocasionando modificações no balanço hídrico regional da última década, a irregularidade pluvial foi de forte intensidade, acarretando queda na produção agropecuária, armazenamento e represamento d'água.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A.; PEREIRA, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 15, Aracaju, SE, Anais..., Aracaju: CDROM. 2007.

ALMEIDA, H. A.; SILVA, L. Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia, PB. In: **Congresso Intercontinental de Geociências**, Fortaleza, CE, Anais..., Fortaleza: CD-ROM. 2004.

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. 2019.

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial. São Paulo: **Saraiva**. 2007.

CARDOSO, C. T. V. Probabilidade de Ocorrência de Deficiência Hídrica nos Solos da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. 2005. 186f. **Tese (Doutorado em Agronomia)**-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

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

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, p.140-147. 2006.

COUTINHO, M. D. L.; MORAIS, M. D. C. Balanço Hídrico da Climatologia Média e de Cenários Climáticos em São José de Mipibu – RN. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 p.694-707. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/422/311>>. Acesso em: 2019. 2012.

CUNHA, G. R.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385, 2001.

FRANÇA, M. V.; FERRAZ, J. X. V.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; ROLIM NETO, F. C. Balanço hídrico entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 e sua influência do armazenamento de água no solo no município de Serra Talhada – PE. Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais. 1 ed. : **Editora Itacaiúnas**, v.1, p. 357-365. 2019.

FREITAS, J. C.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. R. S.; PEREIRA, E. R. R. Analysis of variability of climatic indexes for the state of the Paraíba – PB. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.4, n.2, Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1333>>. Acesso em: 2019. 2011.

FREITAS, G. M.; PAPA, J. P.; AVILA, A. M. H.; PINTO, A. X. F. H. S. Estimativa de ocorrência de precipitação em áreas agrícolas utilizando floresta de caminhos ótimos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 1, p.13-23, 2010.

GARCIA, A. Balanço hídrico de Ituverava (SP) sob condições de cenários climáticos futuros. **Nucleus**, v.7, n.1, p. 217 - 222. abr. 2010.

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.

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. P.230-245. 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas. 2020

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: GS. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007), Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by S. Solomon et al., Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K. 2007.

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

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. KLIMATE DER ERDE. Gotha: **Verlag Justus Perthes**. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

LAMEPE. Laboratório de Meteorologia do Estado do Pernambuco. 1990.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Disponível em: [http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_Mudancas Climaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf). Acessado 2020. 2015.

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, p.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. **Editoras Escrituras**, SP. 2012,

MARENGO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro In: Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. 1 ed. Campina Grande. **Instituto Nacional do Semiárido**, v.1, p. 383-416, 2011.

MARENGO, J. A.; RUSTICUCCI, M.; PENALBA, O.; RENOM, M. An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. **Climatic Change**, v. 98, n. 3-4, p. 509-529. 2010.

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, p.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. **Editoras Escrituras**, SP. 2008.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. G. Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, **International Journal Climatology**, v.28, p. 893-904, 2007.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, B. D. V.; BARROS, A. S.; NETO, J. D.; SABOYA, L. M. F. Balanço hídrico climatológico normal e sequencial para o município de Barbalha – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.3. 973-982. 2020.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; BARROS, A. S.; DANTAS NETO, J.; MEDEIROS, R. M.; SABOYA, L. M. S.; SANTOS, B. D. B. Aptidão agroclimática para o cultivo da mandioca no município de Barbalha - CE. **Revista Brasileira de Geografia Física** [online] 12. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.5.p%25p>. Acesso: 26 jul. 2019. 2019.

MEDEIROS, R. M. Estudo Climático do Município de Matinhas-PB. Editora da Universidade Federal de Campina Grande – **EDUFCG**. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. editora@ufcg.edu.br. P.150. 2016.

MEDEIROS, R. M. Estudos dos fatores provocadores de chuvas no estado de Pernambuco - Brasil. 2016.

MEDEIROS, R. M. Formulação do balanço hídrico em planilhas eletrônicas conforme base de THORNTHWAITE, C. W. 2016.

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.; BANDEIRA, M. M. Balanço Hídrico Climatológico, em Decorrência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V.01, p. 59-72. 2012.

MEDEIROS, R. M.; TAVARES, A. L.; KASSAR, C. B.; SILVA, J. A. S.; SILVA, V. P. R. Metodologias de cálculo da temperatura média diária do ar: aplicação para os municípios de Parnaíba, Picos e Gilbués, PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.6, nº. 4, p. 283 – 295. 2012.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil. **Revista de Geografia (Recife)**. , v.35, p.219 - 234, 2018.

MEDEIROS, R. M.; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R. M.; SILVA, V. P. Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. , v.1, p.081 - 091, 2018.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico sequencial para Lagoa Seca – Paraíba – Brasil. **Research, Society and Development**, 9(7):1-26. e643974691. 2020.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT - Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **B. goiano. geogr**, Goiânia, v.31, n.2, p.55-68, Disponível em: <<https://revistas.ufg.emnuvens.com.br/bgg/article/view/16845/10255>>. Acesso 2020. 2011.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D. Aquecimento Global e o Impacto na Amazônia e na Agricultura Brasileira. **INPE Eprint**. V.1, 2005. Disponível em: <<http://www.sid.inpe.br/ePrint@80/2005/09.12.12.51>>. Acesso em: nov. 2020.

A Organização Meteorológica Mundial (WMM,) propõem que em estudos comparativos de clima, utilizem-se das séries médias históricas para períodos com mais de 30 anos de observações para as séries em estudos, para tanto os dados precisam ter consistência e homogeneidade na sua comparação dos seus valores analisados. 1989.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: **Ceres**, 440p. 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. Disponível: 10.7127/rbai.v10n400402. Acesso: 04 jul. 2019. 2016.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. **Agropecuária**, 478p. 2002.

ORLANDINI, D. et al. Potencialidades das regiões brasileiras para instalação de uma fábrica de celulose. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1053-1060, 2011.

PEDDE, S. C.; KROEZE, R. L. N. Escassez hídrica na América do sul: situação atual e perspectivas futuras. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2013.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6,n.1,p133-137,1998.

SACHS, J. D. The age of sustainable development. New York, US: **Columbia University Press**. 2015.

SALES, M. C. L. Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI. Reavaliando o “núcleo de desertificação”. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** USP/FFLCH, São Paulo. 1998.

SANTOS, G. O.; LIMA, F. B.; VANZELA, L. S. Balanço hídrico espacial das culturas inseridas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, noroeste paulista. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.7, nº. 1, p. 03-16, ISSN 1982-7679 (On-line). Fortaleza, CE, INOVAGRI. DOI: 10.7127/rbai.v7n100091. 2013.

SILVA, M. C. L.; BRITO, J. I. B.; COSTA, A. M. N. Proposta de monitoramento da precipitação pluvial no estado da Paraíba utilizando a técnica dos Quantis. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, XIII, Fortaleza-CE. Anais...SBMET. 2006.

SOUZA, M. H. C.; SANTOS, R. D. S.; VENTURA, K. M.; BISPO, R. C. & BASSOI, L. H. Balanço hídrico normal e sequencial para o município de Petrolina. IV INOVAGRI International Meeting, Anais... Fortaleza - CE, Brasil. 2017.

SOUZA, S. O.; CORREIA, W. S. C.; FILETI, R. B.; VALE, C. C. Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como subsídio ao planejamento agrícola. **Revista Brasileira de Geografia Física** [online] 7, 83-92. 2014.

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

SOUZA, A. P. et al. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa, Sinop**, v. 01, n. 01, p. 34 – 43, 2015.

SOUSA, E. S.; LIMA, F. W. B.; MACIEL, G. F.; SOUSA, J. P.; PICANÇO, A. P. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas-TO. **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Belém-PA, Anais on line, 2010.

SOUZA, M. J. H. et al. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da bacia do Rio Doce. **R. Árvore**, 30[3], 399-410, 2006.

THIESSEN, A. H. Precipitation averages for large areas. **Monthly Weather Review**, v. 39, n.7, p. 1082-1089, 1911.

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, 104p. 1955.