

## **BOM JESUS PIAUÍ E A APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO PARA DIFERENTES REGIMES PLUVIAIS USANDO A TÉCNICA DOS QUANTIS**

Jaqueline Fernandes de Medeiros **DUARTE**

Analista de Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: jaqueline.duarte@ufcg.edu.br

Raimundo Mainar de **MEDEIROS**

Meteorologista, Pós-Doutor Universidade Federal Rural de Pernambuco

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se identificar a variabilidade pluvial e a suas oscilações temporal e espacial através da técnica de quantis e gerar os balanços hídricos para os diferentes regimes pluviométricos (seco; muito seco; chuvoso; muito chuvoso; normal para o período 1960-2018). Utilizou-se dos dados mensais de precipitações e das temperaturas médias compensadas compreendidas entre o período de 1960 a 2018 da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada na latitude 09°04'28" sul e na longitude 44°21'31" oeste, com altitude de 277 metros. Com os dados pluviais anuais, aplicou-se o artifício dos quantis, agrupados os referidos dados de acordo com o regime pluviométrico descrito no objetivo, realizando-se o computo do balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Mather, utilizando da capacidade de água disponível o valor de 100 mm. Os procedimentos quantílicos foram essenciais para demonstrar as flutuações pluviais e suas irregularidades nos períodos: seco; muito seco; chuvoso; muito chuvoso e normal. Nos cálculos dos balanços hídricos regionais observaram-se as irregularidades devido a ausência ou o auxílio dos fatores provocadores de chuvas nos períodos estudados. Os excedentes hídricos registraram-se em sua maioria fora do período chuvoso regional e foram ocasionados por eventos extremos com alta intensidade e curta duração de tempo. As deficiências hídricas foram irregulares para os períodos estudados e estão interligados a intensidades dos sistemas provocadores e/ou inibidores das chuvas regionais.

**Palavras-chaves:** Índice pluvial, índice térmico, classificação anual.

## **GOOD JESUS AND THE APPLICATION OF THE WATER BALANCE FOR DIFFERENT PLUVIA SCHEMES USING THE QUANTIS TECHNIQUE**

**ABSTRACT:** The objective identify rainfall variability and its temporal and spatial oscillations through the quantile technique and to generate water balances for the different rainfall regimes (dry; very dry; rainy; very rainy; normal and from 1960-2018). Monthly rainfall data and average compensated temperatures from 1960 to 2018 were used from the National Meteorological Institute's conventional weather station, located at latitude 09°04'28 "south and longitude 44°21'31" west, with altitude of 277 meters. With the annual rainfall data, the quantile technique was applied, grouping the data according to the rainfall described in the objective, and the water balance computed by the Thornthwaite & Mather method, using the available water capacity. 100 mm value. Quantile techniques were essential to demonstrate rainfall fluctuations and their irregularities in the periods: dry; very dry; rainy; very rainy and normal. In the calculations of the regional water balances, irregularities were observed due to the absence or the aid of the factors provoking rainfall during the studied periods. Water surpluses were mostly outside the regional rainy season and were caused by

extreme events with high intensity and short duration. The water deficiencies were irregular for the studied periods and are interconnected with intensities of the provoking and / or inhibiting systems of the regional rains.

**Keywords:** Rain index, thermal index, annual classification,

## **PIAÚÍ BUEN JESÚS Y LA APLICACIÓN DEL BALANCE DE AGUA PARA DIFERENTES ESQUEMAS DE PLUVIA UTILIZANDO LA TÉCNICA QUANTIS**

**RESUMEN:** El objetivo identificar la variabilidad de la lluvia y sus oscilaciones temporales y espaciales a través de la técnica de cuantiles y generar equilibrios de agua para los diferentes regímenes de lluvia (seco; muy seco; lluvioso; muy lluvioso; normal y de period 1960-2018). Los datos mensuales de lluvia y las temperaturas promedio compensadas de 1960 a 2018 se utilizaron en la estación meteorológica convencional del Instituto Meteorológico Nacional, ubicada en la latitud 09°04'28 "sur y longitud 44°21'31" oeste, con altitud de 277 metros. Con los datos de precipitación anual, se aplicó la técnica de cuantil, agrupando los datos de acuerdo con la lluvia descrita en el objetivo y el balance hídrico calculado por el método Thornthwaite & Mather, utilizando la capacidad de agua disponible. Valor de 100 mm. Las técnicas cuantiles fueron esenciales para demostrar las fluctuaciones de la lluvia y sus irregularidades en los períodos: seco; muy seco lluvioso Muy lluvioso y normal. En los cálculos de los balances hídricos regionales, se observaron irregularidades debido a la ausencia o la ayuda de los factores que provocan la lluvia durante los períodos estudiados. Los excedentes de agua estuvieron principalmente fuera de la temporada de lluvias regionales y fueron causados por eventos extremos con alta intensidad y corta duración. Las deficiencias de agua fueron irregulares durante los períodos estudiados y están interconectadas con las intensidades de los sistemas provocadores y / o inhibidores de las lluvias regionales.

**Palabras clave:** índice de lluvia, índice térmica, clasificación anual.

## **INTRODUÇÃO**

Os elementos climáticos de uma determinada região e/ou áreas são indispensáveis para estabelecer táticas, que visem o manejo adequado dos recursos naturais, ambicionando a busca por desenvolvimento sustentável e a implementação das práticas agropecuárias viáveis e seguras para os diversos biomas de dada região, (SOUSA et al., 2010). Segundo ainda o autores o planejamento agrícola é uma prática cada vez mais relevante entre os produtores, os quais induzem as características do solo, da cultura e do clima da região. Sabendo-se que a precipitação é a principal forma de entrada de água no sistema hidrológico, esta constitui uma das principais variáveis a ser levada em consideração no planejamento agrícola, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água para as plantas.

O recurso natural “água” é constantemente renovado pelos eventos dos ciclos hidrológicos diários, todavia sua distribuição temporal e espacial é variável. Ao se tratar da disponibilidade hídrica refere-se à qualidade e quantidade adaptadas para seu uso, sendo estas características de fundamental importância para o desenvolvimento agropecuário e socioeconômico e social (SANTOS et al., 2012).

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.

A técnica dos quantis utilizada é baseada na proposta de Xavier et al. (1987), por meio dela é possível avaliar a ocorrência de períodos secos ou chuvosos de um total pluviométrico em relação a um conjunto de dados. Os intervalos percentuais de cada quantil, delimitados nos percentis representam as frequências de ocorrência dos eventos pluviométricos extremos de chuva. Santos et al. (2011) afirmaram que a vantagem do uso dos quantis é permitir a representação objetiva de um determinado evento climático em termos da sua intensidade e/ou categoria de ocorrência.

Os intervalos de cada percentil simulam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem ocorrer na sequência de uma série temporal de determinada variável  $x$  (ANANIAS et al., 2010). Deste modo, a metodologia adotada consiste na distribuição em ordenamento crescente de uma série amostral contínua. A série temporal utilizada está constituída pelos totais registrados de chuva (mensais e anuais), constituindo em atribuir uma probabilidade  $p$  univocamente a cada valor amostral. Assim, a série temporal pode ser distribuída sob a forma  $\{x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n\}$ , na qual  $x_1$  representa o menor valor e  $x_n$  o maior valor da série (XAVIER et al., 1999; SANTOS et al., 2016). E as respectivas ordens quantílicas 25%, 50%, 75%, 95%, 99% e 100% para o estudo, Souza et al. (2012; 2010).

Os estudos destas variáveis vêm ganhando atenção especial dos pesquisadores nas últimas décadas. Entre os estudos importantes, destacam-se a classificação do regime pluvial de regiões agrícolas, que é feito empiricamente baseando-se apenas no regime pluviométrico médio da região, o que, muitas vezes, mascara a real situação pluviométrica da área. Diversas metodologias são usadas estatisticamente para avaliar e classificar o comportamento pluvial, podendo-se destacar a ferramenta Índice de Anomalia de Chuva, utilizada por Araújo et al. (2007), para avaliar a variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia do Rio Paraíba; o Índice Padronizado de Precipitação, utilizado por Santos et al. (2013), para caracterizar o regime pluviométrico da Bacia do Alto São Francisco; e a Técnica de Quantis, utilizada por Almeida et al. (2013), para determinar períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba.

A técnica de quantis, descrita por Xavier et al. (1987) e Xavier (2001), baseia-se na distribuição da frequência acumulada, e quanto maior o número de observações disponíveis melhor é a aproximação da função densidade de probabilidade que descreve o fenômeno. Tal técnica permite estabelecer ou delimitar faixas com regimes de chuvas diferenciados, tais como: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso (ALMEIDA et al., 2013, SANTOS et al., 2016). Esta técnica permite estabelecer os meses ou anos secos e chuvosos. Além disso, permite quantificar as ordens quantílicas e, portanto, o regime pluvial de uma determinada região ou local, utilizando-se apenas os dados de precipitação.

Por meio do balanço hídrico (BH) é possível determinar as localidades que apresentam déficit ou excesso hídrico, utilizando variáveis como a precipitação e evapotranspiração. Segundo Silva et al. (2006), que afirmam que os balanços hídricos são importantes para acompanhar a dinâmica da água em ecossistemas agrícolas e naturais.

Confalonieri (2003) afirma que a variabilidade climática deve ser entendida como uma característica natural do sistema climático terrestre, responsável por flutuações naturais nos padrões climáticos, compreendidos em nível local, regional e global.

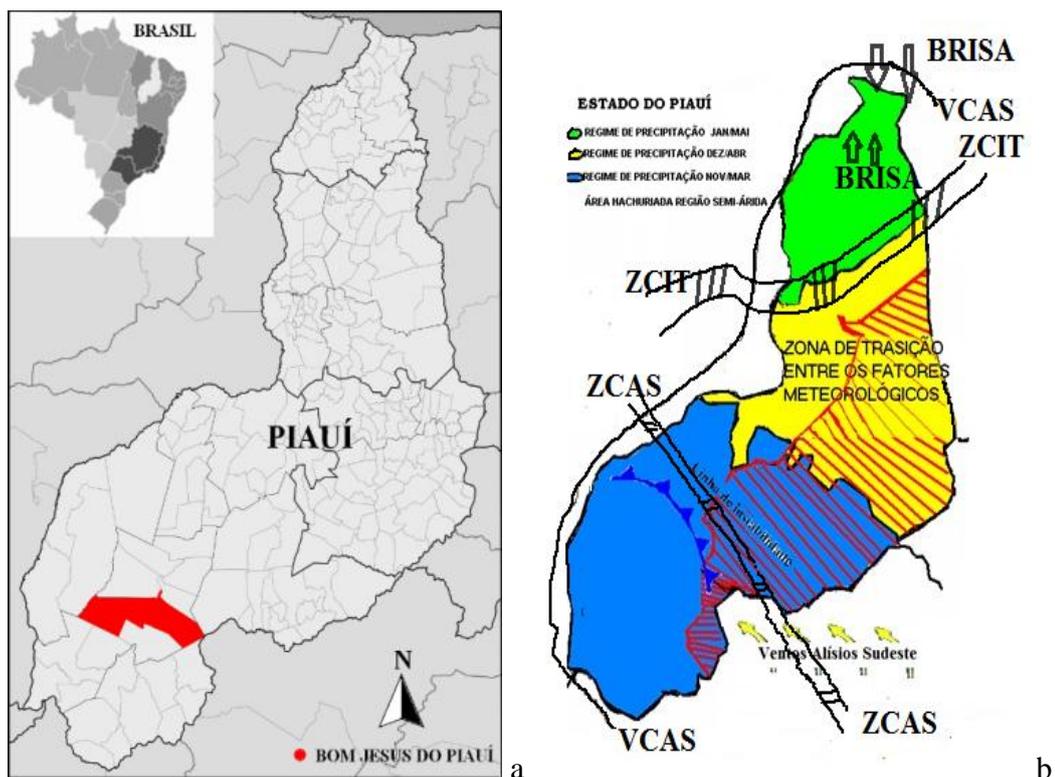
Medeiros et. al., (2014) avaliaram o BH para a área da bacia hidrográfica do Rio Uruçuí Preto, Piauí. O método utilizado foi o do balanço hídrico simplificado (BHS). Os dados utilizados foram de precipitação pluvial e vazão diária do período de 2004 a 2011. Os altos valores de evapotranspiração demonstram serem necessários significativos volumes de água para a manutenção ambiental na bacia do Rio Uruçuí Preto. Pelo balanço hídrico a evapotranspiração potencial média estimada anualmente foi de 1.470,7 mm, o que representa cerca de 62,14% das entradas na bacia, sendo ligeiramente maior que a vazão com 348,8 mm (28,9%). Portanto, mais de um terço dos recursos hídricos disponíveis na bacia são utilizados na transpiração, especialmente da vegetação e evaporação da água na bacia do rio Uruçuí Preto. Os anos com maiores índices pluviométricos e descarga líquida foram os anos sobre influência do fenômeno La Niña.

Têm-se como objetivo identificar a variabilidade pluvial e a suas oscilações temporal e espacial através da técnica de quantis e gerar os balanços hídricos para os diferentes regimes pluviométricos. (seco; muito seco; chuvoso; muito chuvoso; normal e o cálculo do balanço para o período 1960-2018).

## MATERIAL E MÉTODOS

Dadas às informações climatológicas e dinâmicas da região Nordeste do Brasil (NEB), o município de Bom Jesus Piauí tem seu clima controlado pela variabilidade espacial e temporal da Zona de Convergência do Atlântico Sul, e pelos vestígios das frentes frias, contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos auxiliados pelos ventos alísios de sudeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa. As contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidade moderada a fraca em quase todos os meses do ano, as contribuições da Zona de Convergência do Atlântico sul e os vórtices ciclônicos de altos níveis e os efeitos regional e local são o principal fator para ocorrência de chuvas acima da média histórica provocando inundações, alagamento, enchentes, enxurradas e desmoronamento. Figura 1 localização do município Bom Jesus Piauí e Figura 1.1 regimes e principais fatores provocadores de chuva no estado do Piauí. (MEDEIROS, 2016).

Figura 1. Localização do município Bom Jesus Piauí e Figura 1.1 e os regimes e principais fatores provocadores de chuva no estado do Piauí.



Fonte: Medeiros (2016).

De acordo com a classificação climática de Köppen (1928; 1931) o clima do município estudado é do tipo “Aw”, (clima tropical com estação seca de Inverno), o clima segundo a classificação de Thornthwaite para o município de Bom Jesus Piauí é caracterizado como megatérmico com nenhuma deficiência hídrica (B2rA'a'), trabalhos como de Alvares et al. (2014) e Holanda et al. (2019), corroboram com o resultados das classificações.

Utilizou-se dos dados mensais de precipitações e das temperaturas médias compensadas compreendidas entre o período de 1960 a 2018 da estação meteorológicas convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), localizada na latitude 09°04'28" sul e na longitude 44°21'31" oeste, com altitude de 277 metros. Com os dados pluviiais anuais, aplicou-se a técnica dos Quantis, agrupados os referidos dados de acordo com o regime pluviométrico descrito no objetivo, realizando-se o computo do balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), utilizando da capacidade de água disponível o valor de 100 mm. Conforme indicação da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1989), a qual propõe que são imprescindíveis pelo menos 30 anos de dados climáticos para que se tenha maior confiabilidade na caracterização climática de uma localidade (BLAIN et al., 2007).

A Técnica dos quantis baseia-se na frequência acumulada e foi descrita por Xavier et al. (1987), Xavier (2001) e proposta por Pinkayan (1966), para avaliar a ocorrência dos anos secos e chuvosos sobre áreas extensas. O termo  $x$  é a chuva anual da área em estudo, ao longo de anos ininterruptos, sendo uma variável aleatória contínua. O quantil ( $Q_p$ ), para cada número  $p$  entre 0 e 1, é o valor de precipitação satisfatório à condição probabilidade ( $x \leq Q_p = p$ ). Para cada valor observado  $x_0$  da chuva, o número ( $0 < p_0 < 1$ ) tal que  $f(x_0)$ , diz-se de ordem quântica  $p_0$ , associada a  $x_0$ .

Uma interpretação simples para o quantil  $Q_p$  é baseada em que  $p$  se expressa em potências, isto é, espera-se que em  $p\%$  dos anos a altura da chuva  $x$  não deve ultrapassar o valor do quantil  $Q_p$ , enquanto para  $(100-p)\%$  dos anos esse valor será excedido. Com respeito as ordens quânticas  $p = 0,25; 0,50; 0,75$  são designados como  $Q_{0,25}; Q_{0,50}$  e  $Q_{0,75}$  e, ainda são denominados de quartil inferior e superior à mediana. Xavier et al. (1987), Xavier (2001) e proposta por Pinkayan (1966),

Neste trabalho os quantis utilizados para caracterização climática dos índices pluviiais foram definidos nas categorias: muito seco (0 - 15%), seco (15 - 35%), normal (35 - 65%), chuvoso (65 - 85%) e muito chuvoso (85 - 100%) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação, Probabilidade e Intervalo Médio de Precipitação (mm) dos regimes pluviométricos no período de 1960 a 2018 no município de Bom Jesus Piauí.

Classificação	Probabilidade	Intervalo médio de precipitação (mm)	
		Mínimo	máximo
Muito seco	$P < Q_{0,15}$	-	922,90
Seco	$Q_{0,15} \leq P < Q_{0,35}$	922,90	1083,25
Normal	$Q_{0,35} \leq P < Q_{0,65}$	1083,25	1210,79
Chuvoso	$Q_{0,65} \leq P < Q_{0,85}$	1210,79	1294,79
Muito chuvoso	$P > Q_{0,85}$	1294,79	-

Fonte: Xavier e Xavier (1987).

Após as classificadas, probabilidade e intervalo médio dos índices pluviais (mm) que geraram os regimes pluviométricos, os anos foram agrupados de acordo com os regimes pluviométricos para determinação do computo do balanço hídrico climatológico (BHC) correspondente a cada classe estabelecida pela Tabla 1.

Com os dados mensais de precipitação e temperatura média condensada anuais adquiridas foram utilizados para efetuar-se o calculo do BHC de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1948, 1955), para as séries estudadas, e o balanço hídrico para cada regime hídrico. O cálculo da evapotranspiração potencial (ETP) (mm/mês) foi gerado através da equação 1.

$$ETP = 16,2(10^*T/I)^a \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

ETP = evapotranspiração potencia a ser calculada

T - temperatura média mensal do ar (°C);

I - índice de calor.

O valor de “a” é determinado em função do “I”, de acordo com a equação 2

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I - 7,711 \times 10^{-5} I + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49 \quad (\text{Equação 2}).$$

Os cálculos foram realizados com o auxílio da planilha eletrônica, elaborada para o balanço hídrico climatológico desenvolvido por Medeiros (2016), e com a Capacidade de Água Disponível (CAD) utilizada de 100 mm.

A utilização dos dados foi procedida de análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série (mês a mês). Caso ocorram problemas nos equipamentos ou por impedimento do observador que resultem em dias sem

observação ou mesmo intervalo de tempos maiores, os dados falhos foram preenchidos com os dados de três postos vizinhos, localizados o mais próximo possível, onde se aplicou a seguinte equação 3.

$$P_x = \frac{1}{3} \left( \frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

$P_x$  é o valor de chuva que se deseja determinar;

$N_x$  é a precipitação diária do posto  $x$ ;

$N_A$ ,  $N_B$  e  $N_C$  são, respectivamente, as precipitações diárias observadas dos postos vizinhos A, B e C;

$P_A$ ,  $P_B$  e  $P_C$  são, respectivamente, as precipitações observadas no instante que o posto  $x$  falhou.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O balanço hídrico (BH) representa a taxa de variação da quantidade de água em uma porção definida de solo sobre determinado período de tempo, indicando a capacidade de retenção de água por período em função de alguns parâmetros, tais como o tipo de solo, temperatura, taxas pluviométricas mensais. Para efeitos de balanço é necessário definir grandezas como positivas e negativas, respectivamente o volume de água que entra no solo e o volume que sai.

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O balanço hídrico como instrumento de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, identifica o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA, 2009; LIMA FILHO et al., 2013).

Após a aplicabilidade das técnicas dos quartis nos intervalos médio de precipitação (mm) dos regimes pluviométricos do período de 1960 a 2018 no município de Bom Jesus Piauí. Separaram-se os anos pluviais em conformidades aos regimes classificados e trabalharam-se os valores da temperatura média seguindo os regimes pluviais.

Com os dados pluviais e da temperatura média seguinte o critério acima estabelecido efetuou-se o computo do balanço hídrico climatológico estabelecido pela técnica dos quantis

de acordo com a Tabela 2 para a classificação pluvial (seco, muito seco, chuvoso, muito chuvoso e normal).

Na Tabela 2 observam-se as variáveis estatísticas (média; desvio padrão; coeficiente de variância; Precipitação máxima e mínima absoluta) para o período 1960 – 2018 (climatologia) e os seus respectivos regimes pluviais para Bom Jesus Piauí do Piauí.

Tabela 2. Variáveis estatísticas pluviais (média; desvio padrão; coeficiente de variância; Precipitação máxima e mínima absoluta) para o período 1960 – 2018 (climatologia) e os seus respectivos regimes pluviais para Bom Jesus Piauí.

Variáveis (mm)	Climatologia	Classificações				
		Seco	Muito Seco	Chuvoso	Muito Chuvoso	Normal
Média	976,2	992,5	774,4	1236,5	1380,2	1162,9
Desv. Pad	205,6	46,7	96,4	3,8	39,5	24,9
Coef. Var	0,211	0,047	0,125	0,003	0,029	0,021
Prec. Máx.	1434,6	1074,7	889,1	1240,2	1434,6	1199,3
Prec. Mín.	566,2	924,5	566,2	1232,7	1333,8	1132,4

Legenda: Desv. Pad. = Desvio padrão; Coef. Var. = Coeficiente de variância; Prec. Máx = Precipitação máxima e Prec. Mín. = Precipitação mínima.

Fonte: Medeiros (2019).

Analisando as médias pluviais climatologias e seus respectivos regimes destaca-se aumento de 1,67% no período seco em relação à climatologia, no período muito seco os índices pluviais foram reduzidos em 20,76%. Nos períodos: chuvoso, muito chuvoso e normal registrou-se aumentos de 26%; 41% e 19% em relação à climatologia respectivamente (1960-2018). Salienta-se que os valores máximos e mínimos pluviais foram ocasionados pelas variabilidades extremas dos sistemas meteorológicos atuantes e estão em conformidades com os relatórios do IPCC (2014; 2007). As demais flutuações demonstradas na Tabela 2 são decorrentes dos efeitos da meso e micro escala e das oscilações locais e regionais (Medeiros, 2016; 2017).

Verificou-se que os valores das frequências relativas dos regimes pluviais acataram ao proposto pela técnica dos quantis, onde se registrou maior incidência de anos classificados como normais (33%), nos períodos secos e chuvosos registrou-se 20% e 21,9%, e, por fim, os anos muito secos e muito chuvosos com 15% e 22%. Segundo Monteiro et al. (2012), a curva suave e simétrica justifica a utilização da técnica e comprova a coerência do cálculo estatístico na avaliação de valores normais e extremos.

Sabe-se que quando se registra aumento dos índices pluviiais ocorre uma situação crítica, denominada de eventos extremos e/ou chuvas intensas. Sendo que, um evento pluvial intenso é considerado por Xavier para valores superiores ao percentil de 95,0% de uma série de dados, enquanto, o evento pluvial extremo, para valores superiores ao percentil de 99,0% da mesma série de dados. A análise dos impactos gerados pelas Chuvas Extremas é de total importância para sociedade, pois determina áreas de riscos para habitação, agricultura, (MELLO et al., 2013). Também se devem analisar as chuvas intensas para o planejamento de obras hidráulicas de controle de cheias, drenagem urbana e do solo e abastecimento urbano e/ou rural (MELLO et al., 2007). Estes resultados vêm a corroborar com as distribuições pluviiais encontrados neste artigo.

A temperatura é uma variável climática associada às medidas realizadas no ar, na água e no solo, formando diferentes modalidades para os propósitos da análise sinótica e/ou climatológica. A temperatura do ar, designadamente aquela coletadas à superfície, em valores médios, máximos e mínimos, é um elemento importante para diversos estudos entre os quais agronomia, geografia entre outras. Sua dinâmica é influenciada por variações espaciais e temporais, que determinam a formação de ambientes termicamente homogêneos ou contrastantes.

Segundo Nogueira et al. (2012) e Correia et al. (2011) a temperatura do ar se destaca entre as variáveis atmosféricas mais estudadas sobre impactos ambientais com mudanças nos processos hidro meteorológicos e agropecuários.

Na Tabela 3 têm-se as variabilidades estatísticas da temperatura média do ar (média; desvio padrão; coeficiente de variância; temperatura máxima e mínima absoluta) para o período 1960 – 2018 (climatologia) em conformidade com os regimes pluviiais para Bom Jesus Piauí.

Fazendo uma análise comparativa entre as médias da temperatura climatológica com os regimes térmicos seco, muito seco, chuvoso, muito chuvoso e normal, tem-se registro de aumentos nos seus índices térmicos de 1,1% no regime seco; 1,8% no regime muito seco; nos regimes chuvoso e muito chuvoso registou-se um aumento de 2,7%a no regime muito chuvoso ocorreu uma redução de 2,6%, no regime normal térmico registrou-se redução de 4%. (Tabela 3). As variabilidades dos Desvios padrão; Coeficiente de variância; temperatura máxima e temperatura mínima podem ser visualizadas na Tabela 3. Salieta-se que as flutuações térmicas das máximas e mínimas absolutas podem ser repetidas em 0,7 e 1,1 anos.

Tais variabilidades térmicas estão em conformidade com os estudos de Marengo et al. ( 2008; 2007) e vem a corroborar com os resultados aqui apresentados.

Tabela 3. Variáveis estatísticas da temperatura (média; desvio padrão; coeficiente de variância; temperatura máxima e mínima absoluta) para o período 1960 – 2018 (climatologia) em conformidade ao regime térmico para Bom Jesus Piauí.

Variáveis (°C)	Climatologia	Temperatura por regime				
		Seco	Muito Seco	Chuvoso	Muito Chuvoso	Normal
Média	27,2	26,9	27,7	27,9	26,5	26,1
Desv. Pad	1,6	1,4	1,5	1,4	1,4	0,3
Coef. Var	0,059	0,051	0,053	0,052	0,053	0,012
Temp. Máx.	30,7	30,7	30,2	29,3	28,8	26,6
Temp. Mín.	23,0	25,0	26,2	26,4	24,8	25,5

Legenda: Desv. Pad. = Desvio padrão; Coef. Var. = Coeficiente de variância; Temp. Máx = temperatura máxima e Temp. Mín. = temperatura mínima.

Fonte: Medeiros (2019).

Com uma precipitação média anual de 933,6 mm, desvio padrão de 182,5 mm e a precipitação máxima registrada de 1343,9 mm e a precipitação mínima de 646,5 mm. Os índices pluviométricos abaixo de 922,9 foram classificados como muito seco correspondente ao  $Q_{0,15}$  (veja Tabela 1).

Na Tabela 4 tem-se o ano, o valor anual da precipitação e a classificação dos regimes pluviométricos no período de 1960 a 2018 no município de Bom Jesus Piauí. Com cinquenta e nove anos de observações a técnica dos quantis fez as classificações dos regimes pluviométricos na seguinte quantidade: vinte e três anos secos; vinte e dois anos muito secos; dois anos chuvosos e seis anos classificados como muito chuvoso e normal. Observa-se que os regimes pluviométricos se apresentam bem distribuídos no período, ocorrendo mais de dois anos seguidos com o mesmo regime pluvial como se encontram destacado na Tabela 4 para o regime seco, muito seco e normal. Segundo os autores (Pereira et al., 2011; Monteiro et al., 2012) estas flutuações são decorrentes dos sistemas atmosféricos de meso e larga escala e de suas contribuições regionais e locais que influenciam nos índices pluviométricos.

Tabela 4. Ano, precipitação anual (mm) e os tipos dos regimes pluviais para Bom Jesus Piauí no período 1960-2018.

SECO		MUITO SECO		CHUVOSO		MUITO CHUVOSO		NORMAL	
Ano	precipitação	Ano	precipitação	Ano	precipitação	Ano	precipitação	Ano	Precipitação
1961	1062,7	1965	566,2	1977	1232,7	1974	1431,7	1960	1148,9
1962	945,4	1969	762,3	2014	1240,2	1978	1333,8	1963	1199,3
1964	1056,4	1971	769,3			1980	1376,1	1966	1145,0
1968	959,9	1972	744,6			1988	1357,3	1967	1132,4
1970	956,1	1976	866,5			1989	1434,6	1979	1158,4
1973	976,5	1982	572,5			2011	1347,9	1997	1193,5
1975	926,0	1983	822,7						
1981	972,8	1993	673,5						
1984	956,5	1994	834,0						
1985	976,3	1995	814,1						
1986	995,0	1998	876,5						
1987	943,0	2001	818,1						
1990	966,8	2002	879,5						
1991	924,5	2003	646,5						
1992	1039,8	2005	880,5						
1996	956,0	2007	709,0						
1999	1056,0	2009	765,0						
2000	1064,5	2010	876,7						
2004	1074,7	2012	889,1						
2006	1042,0	2013	824,8						
2008	988,5	2015	778,3						
2017	987,6	2016	666,2						
2018	999,6								

Fonte: Medeiros (2019).

Não só o conhecimento das variabilidades pluviais refletido no Balanço Hídrico é importante para um manejo conservacionista do solo e da água (SANTOS et al., 2009). É necessário, também, o conhecimento da ocorrência de eventos extremos, como precipitações máximas diárias e totais mensal, que não se destacam no Balanço Hídrico Climatológico, mas que causam grandes problemas/tragédias tanto em áreas agrícolas como nas urbanas e rurais.

Na Tabela 5 tem-se o computo do BH para os períodos seco e muito seco respectivamente. O BH do período seco tem uma precipitação anual de 992,5 mm e suas flutuações mensais oscilam entre 2,1 mm no mês de junho a 181,9 mm no mês de janeiro. O

período chuvoso corresponde aos meses de novembro a abril totalizando 89% do índice pluviométrico anual e o período seco registra-se de maio a outubro com 11% do valor anual. O poder evapotranspirativo foi de 73,7% acima do índice pluviométrico e o evaporativo superior a precipitação em 1,7%. Os excedentes hídricos registraram-se nos meses de maio a dezembro totalizando 748,1 mm, a deficiência hídrica foi observada em um único mês totalizando 16,2 mm.

Tabela 5. Precipitação, Evapotranspiração, Evaporação, Excedente e Deficiência hídrica mensal para o regime pluviométrico seco e muito seco em Bom Jesus Piauí no período 1960-2018.

Meses	Período seco (mm)					Período muito seco (mm)				
	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF
Jan	181,9	135,6	135,6	0,0	0,0	148,6	142,0	142,0	0,0	0,0
Fev	147,1	125,0	125,0	0,0	0,0	124,3	144,3	125,5	18,8	0,0
Mar	181,6	133,8	133,8	0,0	16,2	142,4	147,3	142,7	4,7	0,0
Abr	103,3	129,6	126,4	3,2	0,0	64,4	151,5	67,4	84,1	0,0
Mai	15,0	129,6	67,4	62,1	0,0	24,7	156,7	26,3	130,4	0,0
Jun	2,1	124,6	19,4	105,2	0,0	1,5	124,5	1,9	122,6	0,0
Jul	4,5	131,5	9,7	121,7	0,0	0,6	131,8	0,7	131,1	0,0
Ago	2,5	155,3	4,1	151,2	0,0	1,2	140,6	1,2	139,4	0,0
Set	7,4	178,5	7,8	170,7	0,0	5,3	195,2	5,3	189,9	0,0
Out	70,4	180,3	70,5	109,8	0,0	61,6	206,6	61,6	145,0	0,0
Nov	134,7	152,4	134,7	17,7	0,0	85,0	178,1	85,0	93,1	0,0
Dez	141,8	148,2	141,8	6,5	0,0	114,8	174,5	114,8	59,8	0,0
Total	992,5	1724,4	976,3	748,1	16,2	774,4	1893,2	774,4	1118,8	0,0

Legenda: PREC = Precipitação; ETP = Evapotranspiração; EVR = Evaporação; EXC = Excedente hídrico e DEF = Deficiência hídrica.

Fonte: Medeiros (2019).

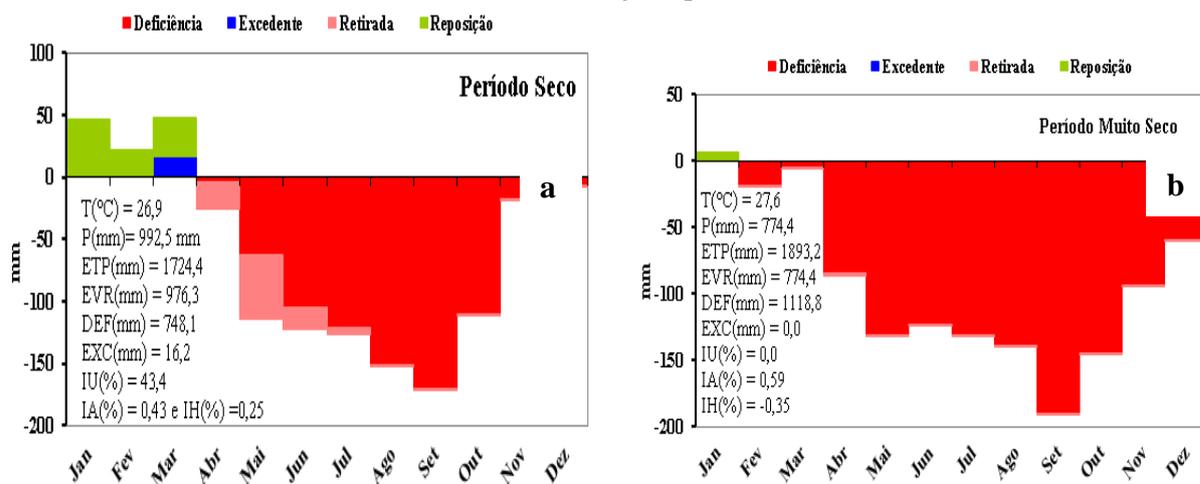
No computo do BH para o período muito seco (Tabela 5) registrou-se uma precipitação média de 774,4 mm, o mesmo valor foi registrado para o índice evaporativo, ou seja, choveu 774,4 mm e evaporou a mesma quantidade. Evapotranspirou uma vez e meia acima dos índices pluviométricos. O excedente hídrico anual foi de 1118,8 mm registrados nos meses de fevereiro a dezembro não foram registrados excedentes hídricos para o período classificado como muito seco. Estudos com resultados similares foram detectados por Medeiros (2016); Medeiros et al.(2017; 2018).

Salienta-se que os índices pluviométricos, evapotranspirativos, evaporativos foram mais regulares do que apresentados no regime muito seco.

Na Figura 2 tem-se o demonstrativo gráfico do balanço hídrico climatológico para o município de Bom Jesus Piauí do Piauí referentes (a) para o regime pluviométrico seco e regime pluviométrico muito seco (b).

Figura 2a registra-se deficiências hídricas entre os meses de abril a dezembro. Reposição de água no solo ocorreu entre os meses de janeiro a março, excedente hídrico com menos de 20 mm registrou-se no mês de março. Estas flutuações foram ocasionadas pelos sistemas de meso e larga escala que não auxiliaram os fatores provocadores de chuva na região estudada. Salienta-se que os valores anuais que se encontra nos gráficos do BH por períodos são para enriquecimento e ter-se as flutuações anuais juntas em um único gráfico.

Figura 2. Balanço hídrico climatológico para o município de Bom Jesus Piauí referente (a) e o regime pluviométrico seco e (b) para o regime pluviométrico muito seco.



Fonte: Medeiros (2019).

Na Figura 2b destaca-se a predominância da deficiência hídrica registrada entre os meses de fevereiro a dezembro. Não ocorreu retirada de água no solo e nem excedentes hídricos a reposição de água no solo registrou-se no mês de janeiro. Nestes períodos muito seco a atuação dos veranicos foi superior a 29 dias, seguindo dos bloqueios atmosféricos como demonstrados na Figura 1.

Na Tabela 6 têm-se as variabilidades do balanço hídrico para os períodos chuvoso e muito chuvoso em Bom Jesus Piauí do Piauí. No Regime pluvial chuvoso registrou-se índice anual de 1236,5 mm e suas flutuações oscilando entre 0,0 mm (julho, agosto) a 256,2 mm no mês de abril. A ETP anual foi de 1963 mm evapotranspirando 58,7% acima dos índices

pluviais. A evaporação anual registrada foi de 1131,1 mm a qual foi reduzida em 8,5% em relação aos índices pluviais. Os excedentes hídricos registraram-se de maio a novembro totalizando 831,9 mm. Com um único mês de deficiência hídrica (abril) totalizando 105,3 mm. As chuvas ocorridas foram de alta magnitude e em curto intervalo de tempo contribuindo em sua maioria para o armazenamento de água e auxiliando os índices evapotranspirados, na agricultura registrou-se acamamento de culturas e alagamentos. Estas flutuações estão de acordo com o Estudo de Medeiros (2016).

Tabela 6. Precipitação, Evapotranspiração, Evaporação, Excedente e Deficiência hídrica mensal para o regime pluvial chuvoso e muito chuvoso em Bom Jesus Piauí.

Meses	Período chuvoso (mm)					Período muito chuvoso (mm)				
	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF
Jan	184,3	119,1	119,1	0,0	0,0	167,2	141,9	141,9	0,0	19,7
Fev	155,4	154,0	154,0	0,0	0,0	266,2	123,3	123,3	0,0	142,8
Mar	161,6	157,8	157,8	0,0	0,0	225,9	135,8	135,8	0,0	90,2
Abr	256,2	141,9	141,9	0,0	105,3	150,2	105,3	105,3	0,0	44,9
Mai	16,2	150,0	89,9	60,0	0,0	49,5	127,4	103,6	23,8	0,0
Jun	1,4	148,7	21,6	127,0	0,0	11,6	127,4	43,0	84,4	0,0
Jul	0,0	158,8	4,8	154,0	0,0	3,4	126,0	13,6	112,4	0,0
Ago	0,0	190,4	1,0	189,4	0,0	0,0	149,0	3,3	145,8	0,0
Set	41,3	197,9	41,4	156,5	0,0	15,5	169,5	16,2	153,3	0,0
Out	75,9	208,1	75,9	132,1	0,0	92,3	176,7	92,4	84,3	0,0
Nov	164,0	176,7	164,0	12,7	0,0	202,1	153,2	153,2	0,0	0,0
Dez	180,4	159,6	159,6	0,0	0,0	196,5	151,1	151,1	0,0	0,0
Total	1236,5	1963,0	1131,1	831,9	105,3	1380,2	1686,6	1082,6	604,0	297,6

Legenda: PREC = Precipitação; ETP = Evapotranspiração; EVR = Evaporação; EXC = Excedente hídrico e DEF = Deficiência hídrica.

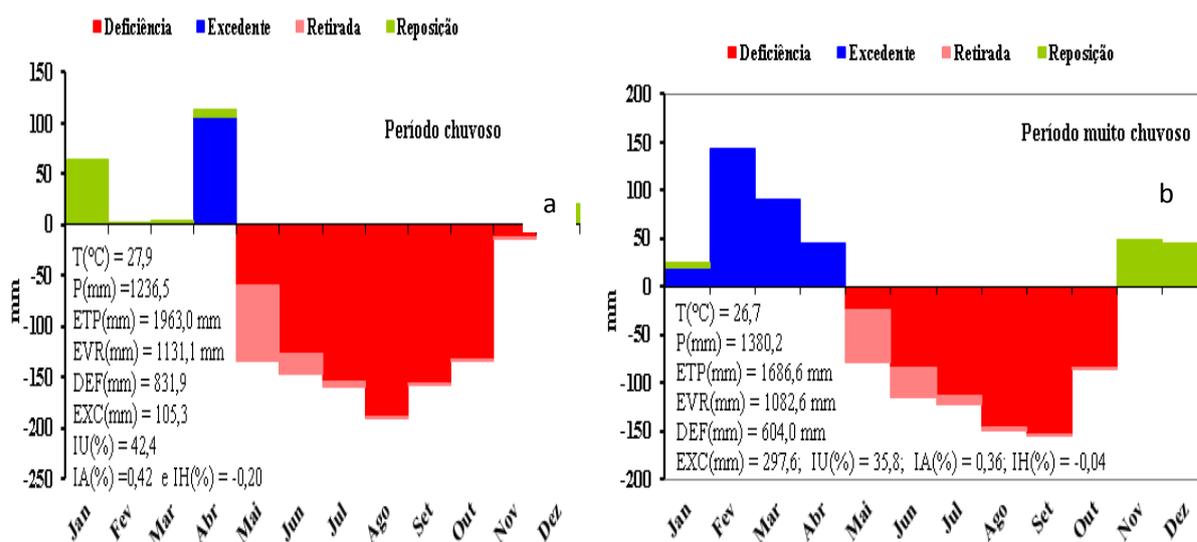
Fonte: Medeiros (2019).

O resultado do BH para o período muito chuvoso esta contido na Tabela 6. Com precipitação anual 1380,2 mm e suas flutuações mensais oscilando entre 0,0 mm em agosto a 266,2 mm no mês de fevereiro. Com uma ETP anual de 1686,6 mm onde evapotranspirou 22,2% acima do índice pluvial e evaporou -21,6% da chuva. Registrou-se excedente e deficiência hídrica de 604 mm e 297,6 mm respectivamente. Com distribuição irregular os índices pluviais ocasionaram pequenos alagamento e enchentes localizadas, provocou

encharcamento e acamamento nas áreas agrícolas e contribuiu para o armazenamento de água. Resultados semelhantes foram detectados por Medeiros (2016) na área estudada.

Na Figura 3 observam-se os gráficos dos Balanços hídricos climatológicos para o município de Bom Jesus Piauí do Piauí referentes (Figura 3a) e regime pluviométrico chuvoso e regime pluviométrico muito chuvoso (b). Na Figura 3a (período chuvoso) registrou-se excedente hídrico no mês de abril, reposição de água no solo entre os meses de dezembro, janeiro e abril. As deficiências hídricas predominaram entre os meses de maio a novembro e a retirada de água no solo ocorreu entre os meses de maio a julho. A CAD (100 mm) não foi necessária e suficiente para repor a água no solo, suprir as necessidades agrícolas, só auxiliou o armazenamento d'água.

Figura 3. Balanço hídrico climatológico para o município de Bom Jesus Piauí referente (a), para o regime pluviométrico chuvoso e o regime pluviométrico muito chuvoso (b).



Fonte: Medeiros (2019).

(SOUZA et al., 2014) mostram que as particularidades climáticas comprometem as fases das atividades agrícolas, para tanto, o conhecimento climático torna-se imprescindível para o planejamento agrícola, e a utilização de sistemas de irrigação, preparo e adubação do solo, épocas de plantio e colheita. (FENNER et al., 2014) que o conhecimento climático é de suma importância, pois permitem adequar as épocas de cultivo com os estádios de desenvolvimento em que as culturas mais necessitam de água. Segundo Peixoto et al. (2008) o período tem que coincidir com a época de plantio de cultivares anuais da região.

No período muito chuvoso (Figura 3b) registrou-se excedente hídrico nos meses de janeiro a abril, reposição de água entre novembro, dezembro e janeiro. A retirada de água deu-se entre os meses de maio a julho e a deficiência hídrica entre maio a outubro, estas variabilidades foram auxiliadas pelas formações dos vórtices ciclônicos de altos níveis, as contribuições da meso e larga escala e as contribuições locais e regionais que contribuíram para as atividades agrícolas, armazenamento de água, ocasionou pequenos alagamentos e enchentes. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudo de Medeiros (2016).

O BH do período normal está representado na Tabela 7. A precipitação anual é de 1162,9 mm e suas oscilações mensais fluem entre 0,1 mm (julho e agosto) a 221,9 mm em fevereiro. Entre os meses de novembro a março a contribuição dos índices pluviométricos é de 90% em relação ao total anual e entre os meses de maio a outubro a contribuição pluvial é de 10% do seu valor anual. As flutuações térmicas ocorrem com 64% do seu valor anual entre os meses de dezembro a julho e 36% entre os de agosto a novembro. Evapotranspirou 34% acima do valor pluvial e evaporou -17% do valor anual. Os excedentes hídricos registraram-se nos meses de maio a outubro totalizando 596,8 mm, salienta-se que entre os meses que ocorreu excedente hídrico ocorreu entre os meses de final de quadra chuvosa e o período da estação seca, chama-se a atenção para a ocorrência destes excedentes é que as chuvas ocasionadas nestes meses sua climatologia é baixa e qualquer chuva ultrapassa sua climatologia e geram excedentes. As deficiências hídricas totalizaram 201,4 mm ocorridas entre os meses de janeiro a abril.

O BH do período 1960 – 2018 estão alocados na Tabela 7 posicionados ao lado direito. Com um total anual pluvial de 976,2 mm em cinquenta e nove anos de observações têm-se suas flutuações pluviométricas oscilando entre 1,4 mm no mês de agosto a 171,7 mm no mês de janeiro. Para 92% das chuvas anuais estão distribuídas nos meses de novembro a abril e 8% dos valores pluviométricos anuais estão centrados entre os meses de maio a outubro. Os índices térmicos estão distribuídos com 64% entre os meses de novembro a julho e 36% entre agosto a outubro. Evapotranspirou 82,9% acima do total anual pluvial. A evaporação anual foi igual ao índice pluvial. Não se registrou deficiência hídrica e os excedentes hídricos totalizaram 809,5 mm compreendido entre os meses de abril a dezembro. Estudos como o do IPCC (2014; 2007), Menezes et al. (2015) vem a corroborar com os resultados encontrados.

Tabela 7. Precipitação, Evapotranspiração, Evaporação, Excedente e Deficiência hídrica mensal para o regime pluvial normal e para o período 1960-2018 em Bom Jesus Piauí.

Meses	Período normal (mm)					Período 1960-2018 (mm)				
	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF
Jan	217,7	119,0	119,0	0,0	70,9	171,7	136,0	136,0	0,0	0,0
Fev	221,9	113,1	113,1	0,0	108,9	158,6	131,8	131,8	0,0	0,0
Mar	138,5	125,4	125,4	0,0	13,0	166,4	140,4	140,4	0,0	0,0
Abr	130,7	122,1	122,1	0,0	8,6	101,5	134,7	126,6	8,1	0,0
Mai	19,7	119,2	82,7	36,5	0,0	22,6	140,4	66,7	73,7	0,0
Jun	7,2	105,9	30,4	75,5	0,0	3,3	125,6	17,2	108,4	0,0
Jul	0,1	115,9	9,6	106,3	0,0	2,3	132,1	6,5	125,6	0,0
Ago	0,1	142,3	3,4	138,9	0,0	1,4	150,6	2,7	148,0	0,0
Set	6,9	161,7	7,7	154,0	0,0	8,5	183,2	8,8	174,4	0,0
Out	78,0	163,6	78,1	85,5	0,0	70,3	190,4	70,4	120,0	0,0
Nov	140,5	134,6	134,6	0,0	0,0	124,6	161,7	124,6	37,1	0,0
Dez	201,6	135,4	135,4	0,0	0,0	144,7	158,9	144,7	14,2	0,0
Total	1162,9	1558,2	961,5	596,8	201,4	976,2	1785,7	976,2	809,5	0,0

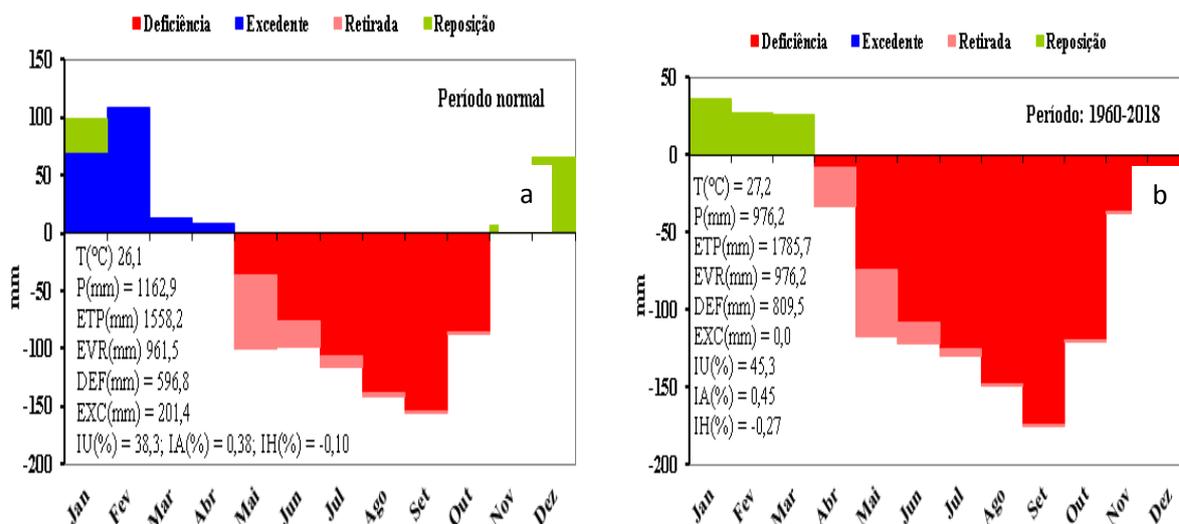
Legenda: PREC = Precipitação; ETP = Evapotranspiração; EVR = Evaporação; EXC = Excedente hídrico e DEF = Deficiência hídrica.

Fonte: Medeiros (2019).

O gráfico do balanço hídrico do período normal (Figura 4a) registrou excedente hídrico nos meses de janeiro a abril, reposição de água no solo nos meses de novembro a janeiro, retirada de água no solo entre os meses de maio a julho e as deficiências hídricas com predomínio entre os meses de maio a outubro, os valores anuais estão expresso dentro do referido gráfico.

As oscilações gráficas do BH no período 1960-2018 podem ser visualizadas na (Figura 4b) seguidamente dos seus valores anuais, as deficiências hídricas fluíram entre os meses de abril a dezembro, a retirada de água registrou-se nos meses de abril a julho, as reposições de água deram-se entre os meses de janeiro a março, os excedentes hídricos não foram registrados devido as irregularidades dos índices pluviais na área estudada, estudos como o do IPCC (2014; 2007), Menezes et al. (2015) vem a corroborar com os resultados encontrados.

Figura 4. Balanço hídrico climatológico para o município de Bom Jesus Piauí referente (a), para o regime pluviométrico normal e (b) período pluvial de 1960-2018.



Fonte: Medeiros (2019).

## CONCLUSÕES

As técnicas dos quantis foram essenciais para demonstrar as flutuações pluviiais e suas irregularidades nos períodos: seco; muito seco; chuvoso; muito chuvoso e normal.

Nos cálculos dos balanços hídricos regional observaram-se as irregularidades devido à ausência ou o auxílio dos fatores provocadores de chuvas nos períodos estudados.

Os excedentes hídricos registraram-se em sua maioria fora do período chuvoso regional e foram ocasionados por eventos extremos com alta intensidade e curta duração de tempo.

As deficiências hídricas foram irregulares para os períodos estudados e estão interligados a intensidades dos sistemas provocadores e/ou inibidores das chuvas regionais.

Registrou-se ao longo do período analisado veranico intenso acima de 20 dias, alagamento, enchentes, acamamento de plantas entre outros fatores.

O estudo fornece subsídios aos tomadores de decisões para elaborações de projetos futuros visando o desenvolvimento agropecuário e agronegócios.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A.; FREITAS, R. C.; SILVA, L. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. *Revista de Geografia*, v. 30, n. 1, p. 217 - 232, 2013.

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

ANANIAS, D. S.; SOUZA, E. B.; SOUZA, P. F. S.; SOUZA, A. M. L.; VITORINO, M. I.; TEIXEIRA, G. M.; FERREIRA, D. B. Climatologia da estrutura vertical da atmosfera em novembro para Belém - PA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v.25, n.2, p.218 - 226, 2010.

ARAÚJO, L. E.; SILVA, D. F.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do Rio Paraíba usando IAC. *Revista de Geografia*, v. 24, n. 1, p. 47 - 59, 2007.

BLAIN, G. C.; BRUNINI, O. Caracterização do regime de evapotranspiração real, em escala decenal, no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 1, p. 75 - 82, 2007.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. *Terra Livre*, São Paulo, v. 1, n. 20, p.193 - 204, 2003.

CORREIA, M. F.; SILVA, F. S.; SILVA, A. M. R. S.; SANTOS, E. P.; MOURA, M. S. B. Impacto da expansão agrícola na amplitude térmica diária em ambiente semiárido. *Ciência e Natura*, v. Suplementar, p.311–314. 2011.

FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. *Acta Iguazu*, v. 3, n. 1, p. 72 - 85, 2014.

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

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Normais Climatológicas do Brasil, 1960–2018. Edição revista ampliada. Brasília: INMET. 2019. <http://www.inmet.gov.br>

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.

IPCC. Summary for Policymakers, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. edited by M. 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: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p. 1928.

LIMA FILHO, A. F.; COELHO FILHO, M. A.; HEINEMANN, A. B. Determinação de épocas de semeadura do feijão caupi no Recôncavo Baiano através do modelo CROPGRO. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 12, p. 1294 - 1300, 2013.

- LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.
- MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *International Journal of Climatology*, 28, 893-904. 2008.
- MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. G. Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, *International Journal Climatology*, v.28, p. 893-904, 2007.
- 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*, n.2, v.1. 081-093. 2018.
- MEDEIROS, R.M. Estudos agrometeorológicos do estado de Pernambuco. p.135. 2017.
- MEDEIROS, R. M. Análise de aspectos climático, socioeconômico e ambiental e seus efeitos na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto e entorno. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, p.171. 2016.
- MEDEIROS, R. M. Fatores provocadores e/ou inibidores de chuva no estado do Piauí. 2016.
- MEDEIROS, R. M. Programa do balanço hídrico segundo o método do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. 2016.
- MEDEIROS, R. M.; SOUSA, F. A. S.; GOMES FILHO, M. F. Análise temporal do balanço hídrico na bacia do rio Uruçuí Preto – Piauí. *Anais do VI Workshop de mudanças climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e o III Workshop Internacional sobre mudanças climáticas e Biodiversidade – VIWMCRHPE/IIIWIMB – Recife 30 e 31 de outubro de 2014*.p.214 - 227. 2014.
- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 1, p.37-44, fev. 2013.
- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M. Continuidade espacial de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p.532-539, 2007.
- MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M.; SOUSA, L. F., MENEZES, H. E. A. Análise do balanço hídrico e erosividade em cenários climáticos futuros no município de Bom Jesus Piauí – Piauí. *Workshop de recursos naturais do semiárido, programa de Pós-graduação em Recursos Naturais universidade Federal de Campina Grande – UFCG*. 2015.
- MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 23, p. 232 - 249, 2012.
- 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, C. A. F. E. S.; STEINKE, E. T. (Orgs.). *UFGD, Dourados*, p.165 - 186. 2014.

NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F.; NOGUEIRA, V. S. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha - MA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, p.708 -724. 2012.

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ceres, 440p. 1981.

PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. F. S. P.; CARMO, D. O. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. *Bragantia*, v. 67, n. 3, p. 673-684, 2008.

PEREIRA, V. C.; SOBRINHO, J. E.; OLIVEIRA, A. D.; MELO, T. K.; VIEIRA, R. Y. M. Influência dos eventos el niño e la niña na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 12, p. 1 - 13, 2011.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area. Colorado: State University, Boulder-Co, (Hidrology papers, n. 12). 1966.

SANTOS, A. P. P.; ARAGÃO, M. R. S.; CORREIA, M. F.; SANTOS, S. R. Q.; SILVA, F. D. S.; ARAÚJO, H. A. Precipitação na cidade de Salvador: variabilidade temporal e classificação em Quantis. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v.31, n.4, p.1 - 14, 2016.

SANTOS, M. S.; PINTO, E. J. A.; MARTINS, L. K. L. A.; PINTO, J. A. O. Definição de liminares de secas e cálculo do índice de precipitação padronizada por meio de análise regional de frequências na Bacia do Alto São Francisco. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, n. 2, p. 95-105, 2013.

SANTOS, M. M.; CAETANO-CHANG, M. R.; CHANG, H. K. Análise do balanço hídrico climatológico do sistema Aquífero Guarani, em sua área de afloramentos no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 10, p. 153 - 170, 2012.

SANTOS, A. P. P.; ARAGÃO, M. R. S.; SOUZA, J. R. S.; SANTOS, S. R. Q.; LINDEMANN, D.S. Aplicação da técnica dos quatis à precipitação no Leste da Amazônia e suas relações com o fenômeno ENOS no Período 1998 - 2008. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, João Pessoa, p.1 - 5, 2011.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, Paraíba, v. 14, n. 2, p.115-123, 2009.

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*, v. 7, n. 1, p. 83-92, 2014.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife - PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.5, n.2, p. 250 - 268, 2012.

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

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

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals: WCDP No. 10, WMO-TD. No. 341. Geneva: WMO, 1989.

XAVIER, T. M. B. S. Tempo de chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 478p. 2001.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Classificação e monitoração de períodos secos ou chuvosos e cálculo de índices pluviométricos para a região Nordeste do Brasil, Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Recursos Hídricos, v. 5, n. 2, p. 7 - 31, 1987.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos Quantis: 1964 - 1998. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.14, n.2, p. 63 - 78, 1999.

**Trabalho enviado em dezembro de 2019**

**Trabalho aceito em maio de 2020**