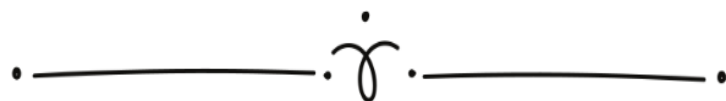


CAPÍTULO 4



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PLUVIOMETRIA E OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS NO MUNICÍPIO DE SERRA TALHADA-PE

Rui Patrício Kehrle Medeiros¹

Edson Alves da Silva²

Eduardo Cabral da Silva³

Henrique Tavares Lima⁴

Welitania Maria de Melo⁵

Lucas Sivanildo da Silva⁶

RESUMO

Em regiões onde há baixo índice pluviométrico anual, fomenta-se um planejamento que garanta a segurança hídrica para o município em períodos de seca e assim potencialize o ciclo de vida útil da água. O estudo de precipitações é de suma importância para o dimensionamento de obras hídricas, como o sistema de drenagem urbana, o qual tem como objetivo minimizar os riscos e transtornos que esses eventos podem causar a população, eventos estes, originado por mudanças climáticas e efeitos antrópicos. O presente trabalho tem como objetivo adquirir e analisar dados de

¹ rpkehrle@hotmail.com

² edsonalves-2126@hotmail.com

³ edcs.cabral@gmail.com

⁴ hencivil@hotmail.com

⁵ melowelitania@gmail.com

⁶ lucas.sivanildo@hotmail.com.

precipitação pluviométrica, obter um panorama de precipitação e elaborar uma curva de intensidade-duração-frequência (IDF) para o município de Serra Talhada-PE. A metodologia incluiu a obtenção de duas séries de dados pluviométricos, o tratamento estatístico dos dados e análise dos resultados. O período utilizado para análise estatística dos dados pluviométricos foi de 27 anos, entre os anos de 1993 e 2019, contendo uma série mensal de precipitações acumuladas, sendo esta contínua e sem falhas. Para os estudos de chuvas intensas foi utilizada uma série histórica de valores máximos anuais, com o período de 106 anos, entre os anos de 1912 e 2019. De acordo com análise estatística os resultados obtidos expressam uma grande variabilidade entre as médias sazonais e interanuais dos totais pluviométricos do período, a vista disso definiu-se a quadra chuvosa da região, entre os meses de janeiro a abril, e identificou-se o período mais seco da região, entre os meses de julho a setembro. Os resultados encontrados a respeito dos fenômenos de chuvas intensas possibilitaram constatar que na ocorrência de altos índices de totais pluviométricos, há uma maior tendência a eventos extremos, contudo a intensidade das chuvas independe da variabilidade interanual, mostrando que mesmo em anos de baixos totais pluviométricos anuais podem ocorrer eventos extremos. A equação de chuvas intensas obtida para o município de Serra Talhada subsidia o dimensionamento preciso de obras hidráulicas. O estudo da pluviometria auxilia na garantia de segurança hídrica, servindo também de material para a comunidade técnica e acadêmica, em estudos futuros e na tomada de decisão a respeito do planejamento de recursos hídricos para o município de Serra Talhada-PE.

Palavras-chave: Curva IDF. Planejamento de recursos hídricos. Estatística descritiva. Sertão pernambucano.

INTRODUÇÃO

As transformações urbanísticas no cenário brasileiro vêm acontecendo, principalmente, desde a década de 1970, fruto do crescimento econômico e populacional (BARGOS e MATHIAS, 2011). A urbanização brasileira se deu de maneira rápida e desordenada. Em poucas décadas, o Brasil passou de um país predominante agrário para um país urbanizado. O descompasso entre o planejamento urbano e os altos índices do êxodo rural trouxeram consequências graves para as cidades e para a qualidade de vida de seus habitantes que reverberam até os dias de hoje (MARTINS, 2019).

E devido a estes problemas, surge a necessidade do desenvolvimento de atividades que possam melhorar a qualidade de vida nas cidades, como por exemplo, acompanhar o padrão de precipitação, para que seja realizada a gestão eficiente dos reservatórios, fazendo com que eles armazenem água nos períodos úmidos e garanta disponibilidade de recursos hídricos em épocas de seca (ANA, 2020).

O índice de chuvas vem sendo constantemente estudado, por sua grande importância para o entendimento dos ecossistemas e clima do planeta. No Brasil, devido a sua

grande extensão territorial se tem grandes variações nos regimes de precipitação e temperatura entre as regiões. No entanto, a maior parte dessas regiões apresentam estações de seca e chuvas bem definidas. E torna-se assim necessário acompanhar o padrão de precipitação (JORGE, 2015).

Esse monitoramento das chuvas é fundamental para analisar casos de exceção, como os casos em que na média anual, o período de estiagem não foi extremamente seco, mas a chuva foi insuficiente e resultou em uma menor vazão de uma bacia. Ou para analisar o evento de um período muito chuvoso em um ano, que acabou causando grandes danos a um determinado local (ANA, 2020).

A fixação de um valor para se estabelecer chuvas intensas é difícil, uma vez que o impacto pode ser diferente, dependendo do local de incidência, seja em áreas rurais ou urbanas (PINTO, 1999).

O estado de Pernambuco apresenta condições climáticas diversificadas. É caracterizado pelo clima tropical, e as maiores pluviosidades são concentradas nos meses de março a julho, já o período de janeiro a março é considerado o mais quente. Caracteriza-se também pela presença de chuvas frontais de outono a inverno mais concentradas, e chuvas de convecção no período mais quente do ano. Numa

classificação geral, pode-se dizer que o Sertão do estado de Pernambuco é caracterizado por baixos índices pluviométricos anuais (SILVA, 2016).

Serra Talhada, a segunda cidade mais importante do sertão do estado de Pernambuco, Cidade polo em saúde, educação e comércio, possui uma população superior a 80 mil habitantes. Caracteriza-se como sendo uma região de clima tropical semiárido, com chuvas de verão (SOUZA, 2017).

O município de Serra Talhada sofre com escassez hídrica por uma falha de gestão de oferta e demanda, ou seja, por possuir uma certa relevância socioeconômica está inserido em um cenário com uma grande demanda de água, a qual não é suprida pelo regime pluviométrico. Mesmo sendo uma região de baixa pluviometria, quando há ocorrência de chuvas intensas o sistema de drenagem não comporta o volume de água que necessita ser escoado, gerando assim alagamentos e enchentes no município.

Na presença disso, um regime pluviométrico local é um viés de estudo de extrema importância, dessa forma pode-se estudar e realizar uma análise estatística detalhada das precipitações, e assim identificar a probabilidade de ocorrências de chuvas, determinando o período chuvoso e o

período seco da região, e com isso gerar uma boa segurança hídrica para o município. Para gerar melhorias no gerenciamento dos recursos hídricos, realizar também estudos de IDF, para dessa forma criar parâmetros técnicos mais eficientes para as obras de drenagem urbana.

Diante desse estudo, objetiva-se validar e analisar uma série histórica de precipitações, desenvolver uma curva de intensidade-duração-frequência (IDF), com isso obter um melhor entendimento do regime de chuvas e considerar sua importância para atividades de planejamento urbano para o município de Serra Talhada–PE.

MÉTODOLOGIA

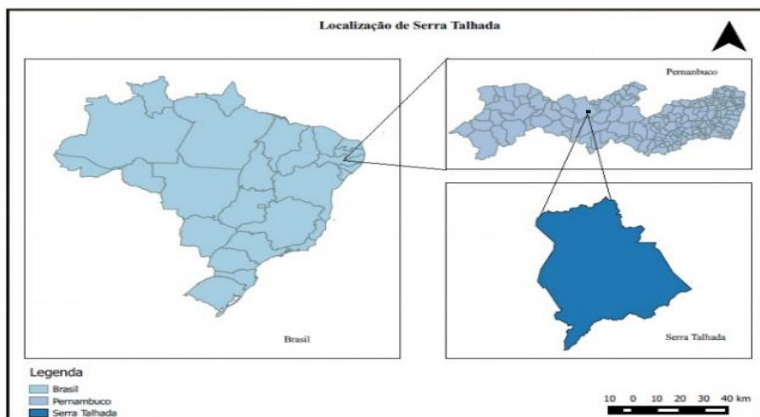
Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o município de Serra Talhada (Figura 11), o qual está localizado no Estado de Pernambuco. O município se encontra na Mesorregião do Sertão Pernambucano tendo como característica o bioma de caatinga. A cidade está localizada nas coordenadas de 7° 59' 7" Sul e 38° 17' 34" Oeste, abrangendo uma área total de 2.980,01 m² e com altitude de 436,86 metros (IBGE, 2020).

De acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em

2010 a população somava 79.232 pessoas, sendo a estimativa mais recente para o ano de 2019 de 86.350 pessoas (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização do município de Serra Talhada-PE.



Fonte: Medeiros et al., 2016.

A cidade de Serra Talhada faz parte da Microrregião do Pajeú e apresenta clima tropical semiárido quente, com chuvas de verão. A precipitação média anual é de 431,8mm. O período chuvoso se inicia em novembro e termina em abril, sendo a temperatura média anual de 25,2 °C. O acesso ao município é efetuado através da rodovia federal BR-232 que interliga Recife à Parnamirim. Partindo-se do Recife

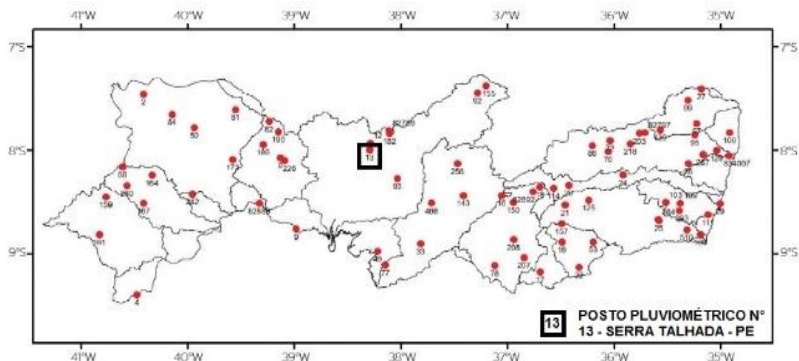
percorre-se cerca de 420 km nesta estrada até atingir a cidade de Serra Talhada (CPRM, 2005).

Segundo o CPRM (2005), 60% das vias urbanas se encontram pavimentadas e 95% estão com iluminação pública. As atividades econômicas predominantes são: silvicultura, pecuária, agricultura, sendo suas principais atividades a indústria, o comércio e a prestação de serviços. Se encontra inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, representando assim a paisagem típica do semiárido nordestino. Geologicamente Serra Talhada se encontra na província Borborema.

Aquisição dos dados

Os dados pluviométricos foram coletados na internet através do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC (2020) nas escalas diária e mensal para o posto pluviométrico de código 13, representado da Figura 12.

Figura 2 - Distribuição espacial do posto pluviométrico de código 13 no Estado de Pernambuco.



Fonte: Adaptado de Silva, 2017.

Análise estatística dos dados pluviométricos

Para análise estatística dos dados, foi utilizada uma série histórica mensal de precipitações acumuladas de 27 anos, contínua e sem falhas, de janeiro de 1993 a dezembro de 2019, na escala mensal (Apêndice A). Dentre os parâmetros estatísticos, utilizou-se os descritos abaixo.

Foi utilizada a Equação 4 para encontrar a média aritmética simples.

$$X = \frac{\sum xi}{n} \quad (4)$$

Onde:

X é a média aritmética simples;

X_i é uma amostra de elementos;

n é o somatório do número de amostras;

Foi utilizada a Equação 5 para encontrar o valor de mediana.

$$MD = x \frac{n+1}{2} \quad (5)$$

Onde:

MD é a mediana;

X corresponde a variável;

n é o tamanho da amostra;

Foi determinado o desvio padrão para o cálculo de medida de dispersão, pela Equação 6.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(xn-X)^2}{n}} \quad .. \quad (6)$$

Onde:

DP é o desvio padrão;

xn é o valor individual da série;

X é a média aritmética;

n é o número da amostra;

O coeficiente de curtose foi calculado a partir da Equação 7, para obtenção da proporcionalidade de dados.

$$C = \frac{Q_3 - Q_1}{2(D_9 - D_1)} \quad (7)$$

Onde:

C é o Índice percentílico de curtose;

Q_1 é o primeiro quartil;

Q_3 é o terceiro quartil;

D_1 é o primeiro decil;

D_9 é o nono decil;

Equação de chuvas intensas - IDF

Para determinar a equação de chuvas intensas para o município de Serra Talhada – PE foi utilizada uma série histórica de dados na escala diária (Apêndice B), a qual gerou uma análise de frequência da série anual de precipitação máxima entre os anos de 1912 e 2019 (1284 meses), considerou-se a série com 106 anos, pois dentro do intervalo supracitado, observou-se períodos com ausência de dados, onde foram desconsiderados totais ou parciais meses nos anos de 1916, 1933, 1934, 1938, 1961, 1962, 1964, 1968,

1978, 1986, 1987, 1988, 1989 e 1992, totalizando 70 meses (5,45 %).

Após a etapa de aquisição de dados diários no período acima descrito, foi obtida a série dos máximos anuais para a obtenção dos parâmetros da equação de chuvas intensas para o município de Serra Talhada.

Posteriormente, foram aplicados os coeficientes de desagregação de chuva os quais foram propostos pelo CETESB (1980), para assim estabelecer as alturas precipitadas máximas anuais para as durações do posto pluviométrico de: 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240, 360, 480, 600, 720, 1440 minutos, relacionando diferentes tempos de retorno. Tomando como base a tabela de altura pluviométrica-duração-frequência apresentada por a Companhia de tecnologia de saneamento ambiental (1986), pode-se ajustar para cada posto pluviométrico em particular.

A análise da Tabela 2 deu início a relação para se obter as alturas precipitadas para durações e tempos de recorrências diferentes.

Tabela 1 - Valores precipitados mínimos adotados para serem consideradas como chuvas intensas para cada duração.

Duração (min)	Precipitação Adotada (mm)
5	8
10	12
20	15
30	20
60	25
120	30
180	33
240	35
360	40
720	47
1440	55

Fonte: Adaptado da CETESB, 1980.

A obtenção das precipitações máximas possíveis de serem igualadas ou superadas a cada 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, a partir das séries anuais, foi ajustada ao modelo de distribuição estatística de valores extremos de Gumbel para máximos, método probabilístico de Gumbel ou simplesmente distribuição de Gumbel (Equação 8). Este modelo foi escolhido em função da sua aplicabilidade em outros trabalhos referentes a chuvas intensas realizados em todo o território nacional, e na maioria desses estudos o modelo foi o que melhor se ajustou aos dados das séries obtidas, quando comparado com outras distribuições.

$$P_t = \bar{x} + (Y - Y_n) \frac{S}{S_n} \quad (8)$$

Onde:

P_t é a precipitação máxima (mm) com período de retorno T (anos);

\bar{x} é a média da série de máximas anuais (mm);

S é o desvio padrão da série de máximas anuais (mm);

Y_n é a média da variável reduzida;

S_n é o desvio padrão da variável reduzida;

Y é a variável reduzida, que é dada pela Equação 9.

$$Y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (9)$$

Onde:

T é o período de retorno (anos).

A intensidade de uma precipitação é a relação entre a altura precipitada e a sua duração. Para estimarmos a vazão máxima a intensidade máxima da precipitação é a variável de interesse, sendo esta referida ao tempo de concentração da bacia e associada a um período de retorno. Pode ser obtida mediante as relações de intensidade-duração-frequência (IDF) da Equação 10, estabelecidas a partir de registros de chuva e duração de acordo com os dados pluviográficos (SILVA et al., 2002).

$$i = \frac{K.Tr^a}{(t+B)^c} \quad (10)$$

Onde:

i - intensidade da chuva (mm / h);

Tr - período de retorno (anos);

t - Duração da chuva (minutos);

a, B, c, K - parâmetros relativos à localidade;

Depois de obtidos os valores das máximas precipitações para cada duração (t) e período de retorno (Tr), realizou-se o ajuste dos parâmetros (K, a, B e c) de acordo com o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, que é usado para avaliar as distâncias máximas entre os resultados de uma distribuição a ser testada e os valores associados à distribuição hipoteticamente verdadeira. Para realizar o ajuste dos parâmetros empíricos da intensidade-duração-frequência (IDF), optou-se pela substituição do numerador da Equação 10 pelo coeficiente C , assim $C = K.Tr^a$, a fórmula foi reescrita da seguinte forma (Equação 11):

$$i = \frac{C}{(t+B)^c} \quad (11)$$

Onde:

i - intensidade da chuva (mm / h);

Tr - período de retorno (anos);

t - Duração da chuva (minutos);

K e a – parâmetros empíricos da equação de IDF;

B e c - parâmetros empíricos ajustados;

Tendo determinado os parâmetros K , a , B e c , conseguiu-se obter a equação de chuvas intensas para o município de Serra Talhada – PE. Para avaliar a qualidade dos ajustes foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) da Equação 12, comparando assim os valores das intensidades máximas de precipitação que foram calculados pela distribuição de Gumbel e os determinados pelas equações de IDF recém obtidas.

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{t=1} N \cdot (T_f - T) \cdot (M_f - M)}{\sum_{t=1} N \cdot (T_i - \bar{T})^2 \cdot \sum_{t=1} N (M_i - \bar{M})^2} \right]^2 \quad (12)$$

Onde:

M_i são os valores calculados pela Equação de Chuvas Intensas;

T_i são os valores calculados pela distribuição de Gumbel;

N é o número de pares de variáveis calculadas (pela distribuição e pela equação);

\bar{M} é a média do resultado calculado pela Equação de chuvas Intensas;

\bar{T} é a média do resultado calculado pela distribuição de Gumbel;

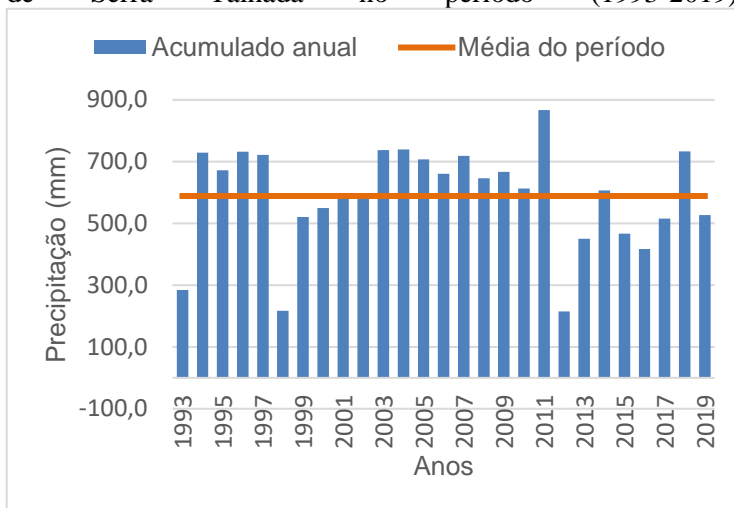
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise pluviométrica

De acordo com a análise estatística da série de dados foram obtidos os acumulados anuais de cada ano e a partir desses foi obtida a média do período (Figura 13). Observa-se que para a maior parte do período, o acumulado anual se manteve superior à média do período que foi de 581,8 mm, nota-se que o ano de 2001 foi o que mais se aproximou da média do período, com precipitação volumétrica acumulada de 582,2 mm.

Na série anual de precipitações acumuladas de 1993 a 2019 observa-se que o ano de 2011 apresentou o maior índice pluviométrico, com acumulado anual de 866,4 mm, sendo assim o ano mais chuvoso do período e o ano de 2012 apresentou o menor índice pluviométrico, com acumulado anual de 215,1 mm, sendo assim o ano mais seco do período.

Figura 3 - Acumulado anual de precipitação para o município de Serra Talhada no período (1993-2019).



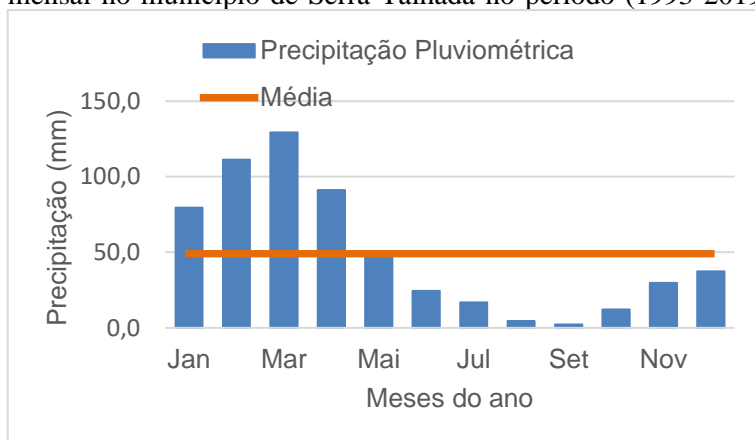
Fonte: Autor, 2020.

Em relação à distribuição mensal para todo o período (Figura 14), nota-se que o mês mais chuvoso foi o mês de março, com uma precipitação média acumulada de 129,4 mm e que o mês menos chuvoso foi setembro, com uma precipitação média acumulada de 2,3 mm, verificou-se também que a média mensal foi de 49,1 mm.

De acordo com o gráfico gerado na Figura 14 para todo o período estudado (1993-2019), corroborando com os estudos de Silva (2009) e CPRM (2005), a quadra chuvosa da região é destacada entre os meses de janeiro a abril, considerando que esses meses estão bem acima da média do período, com os valores variando entre 79,5 mm e 129,4 mm,

correspondendo assim, a quase 70% da precipitação total anual. Os meses de maio, junho, novembro e dezembro constituem um período de precipitações intermediárias, com valores variando entre 24,5 mm e 50,1 mm. Os meses de julho a setembro foram os mais secos da região no período, nos quais o valor máximo foi inferior a 17,0 mm, e cuja soma desses não ultrapassou 24,0 mm. A Figura 14 mostra a variação sazonal das médias dos acumulados mensais do município de Serra Talhada para todo o período analisado (1993-2019).

Figura 4 - Variabilidade sazonal da precipitação acumulada mensal no município de Serra Talhada no período (1993-2019).



Fonte: Autor, 2020.

De acordo com a Tabela 3 o desvio padrão médio foi de 44,92 mm, sendo os meses de janeiro (95,7 mm), fevereiro (101,0 mm) e março (76,2 mm) aqueles cujo desvio padrão está em maior proporção em relação ao valor médio do período. O alto valor de variação do desvio padrão dos meses observados é o resultado da grande diferença dos valores em relação à média do período, nota-se como exemplo o mês de fevereiro, onde os valores que compõem a precipitação média acumulada variam entre 1,4 mm e 491,9 mm.

Para a estatística descritiva o coeficiente de curtose tem a função de referenciar uma distribuição de frequências, normalmente unimodal, em relação a uma distribuição normal, que é tomada como curva padrão por possuir o coeficiente para curva de 0,263.

Para dois meses o coeficiente percentílico de curtose teve resultados negativos, destacando-se os meses de abril e dezembro, o que indicou que houve uma distribuição de frequência com curvas leptocúrticas, ou seja, menos achatadas que a curva padrão. Enquanto para os demais meses, o coeficiente percentílico de curtose teve resultados positivos e maiores que o coeficiente para curva padrão, o que indicou que houve uma distribuição de frequências com

curvas platicúrticas, ou seja, mais achatadas que a curva padrão.

Tabela 2 - Parâmetros estatísticos da precipitação mensal acumulada, em mm, no período (1993-2019).

Mês	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Curtose
Jan	79,5	47	452,5	95,7	8,4
Fev	111,3	94,5	491,9	101,0	6,9
Mar	129,4	117,4	329,8	76,2	0,6
Abr	91,2	83,8	177,6	57,4	-1,5
Mai	50,1	40,0	194,0	44,4	4,2
Jun	24,5	16,6	102,8	25,0	2,5
Jul	16,8	12,0	53,8	16,0	0,8
Ago	4,5	0,7	39,7	8,5	11,2
Set	2,3	0,0	16,0	4,3	3,7
Out	12,3	1,5	111,6	27,5	9,1
Nov	29,8	6,0	144,2	45,8	1,3
Dez	37,3	24,1	121,8	37,2	-0,7

Fonte: Autor, 2020.

Em relação à análise descritiva presente na Tabela 3, o valor máximo mensal acumulado diz respeito ao mês de fevereiro com o valor de 491,9 mm e o menor valor de desvio padrão foi no mês de setembro com valor de 4,3 mm.

Equação de chuvas intensas

Para obtenção da equação de chuvas intensas, realizou-se a desagregação da série histórica de valores

máximos anuais obtendo assim todos os parâmetros para a distribuição de Gumbel apresentadas no Apêndice C. Para o período de retorno (T_r) sendo o inverso da frequência pode-se dizer que foram encontrados valores de alturas de precipitação relacionados a duração.

Posteriormente o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para assim avaliar o ajuste da distribuição. De acordo com a confirmação da aderência dos valores extremos de Gumbel para máximos através do teste estatístico, foi realizada a obtenção dos seguintes parâmetros da equação de chuvas intensas (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros da equação de chuvas intensas.

Parâmetros da Equação de IDF	
K	803,23
a	0,13
B	8
c	0,76

Fonte: Autor, 2020.

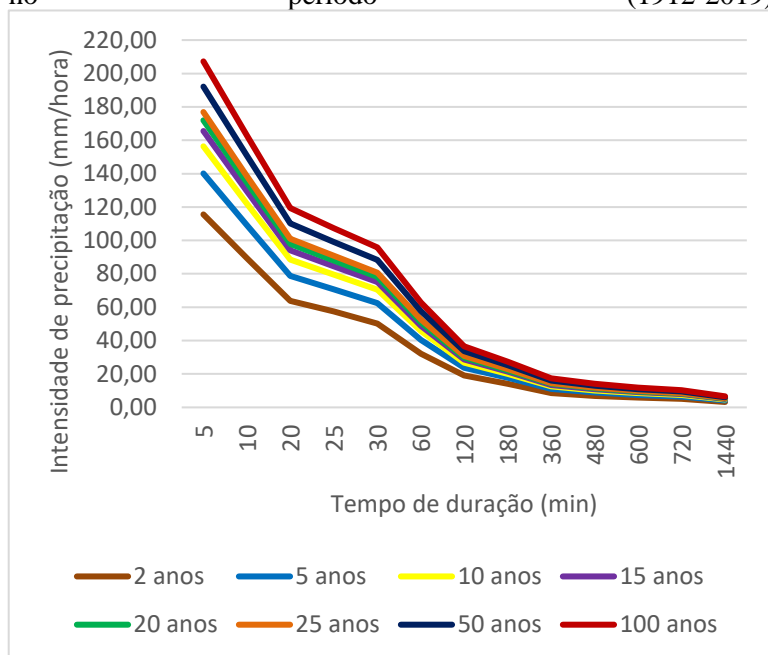
Em seguida os parâmetros foram substituídos na Equação 10, de acordo com os valores correspondentes aos coeficientes K , a , B e c . Pode-se observar a Equação final (Equação 13) a seguir:

$$i = \frac{803,23 \cdot Tr^{0,13}}{(t+8)^{0,76}} \quad (13)$$

Com a Equação 13 pode-se substituir os valores que correspondem à duração desejada (t), e ao tempo de retorno (Tr), para assim gerar sua respectiva intensidade. Como resultado foi gerado o gráfico contendo as curvas de IDF, onde a intensidade da precipitação está associada ao tempo de duração do evento para os períodos de retorno (Figura 15). Foram utilizados os períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos e as durações de 5, 10, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos.

Considerou-se o parâmetro do coeficiente de determinação R^2 para a avaliação do ajuste da equação, o qual se admite sempre um valor positivo e com variação entre 0 e 1. O coeficiente R^2 teve o valor de 0,9845, expressando uma boa qualidade no ajuste da equação.

Figura 5 - Curvas de intensidade de chuvas obtidas através da equação de chuvas intensas para o município de Serra Talhada-PE no período (1912-2019).



Fonte: Autor, 2020.

A quadra chuvosa da região que abrange os meses de janeiro a abril, apresentou mais incidência de valores máximos anuais (69,8%), porém nos meses fora da época chuvosa também ocorreram valores máximos anuais (30,2%), ocasionando transtornos e grandes impactos sociais e econômicos.

Pode-se observar que na série histórica o mês de março se destaca por conter o maior quantitativo de

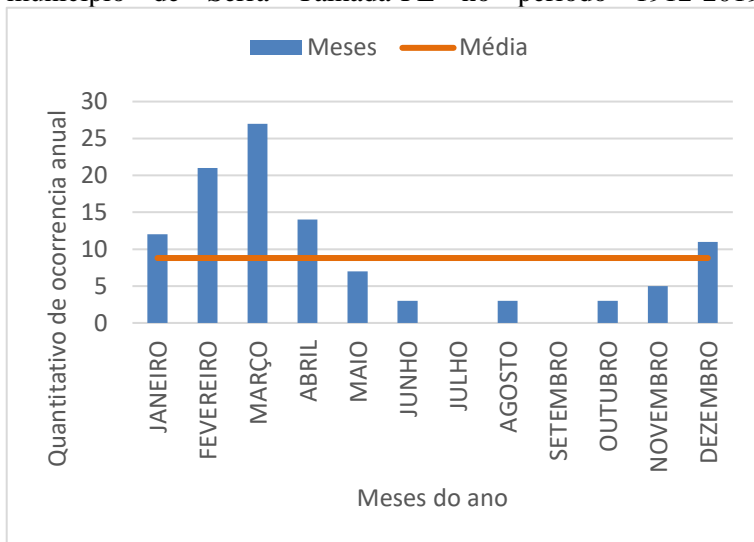
ocorrência de valores máximos anuais (27 anos) para todo o período, correspondendo a quase 26%. Nota-se que nos meses de julho e setembro não ocorreram valores máximos anuais, e que a média para todo o período foi de 8,8.

O ano hidrológico de 1985 foi o mais chuvoso da série, com acumulado anual de 907,4 mm, em contrapartida o ano hidrológico com menor índice pluviométrico foi 1958, com acumulado anual de 101,4 mm, o qual gerou uma escassez de recursos hídricos para a região. O evento do dia 18 de fevereiro de 2007 se destaca como o maior acumulado de chuvas em 24 horas, com o valor total pluviométrico de 151 mm, causando uma série de perdas e transtornos para o município de Serra Talhada-PE.

Os meses da distribuição de ocorrência dos valores máximos anuais de todo o período da série estão quantificados mensalmente na Figura 16.

De acordo com os resultados obtidos pode-se notar que mesmo em períodos considerados climatologicamente secos, pode ocorrer a incidência de eventos extremos, com potencial grande de alagamentos e enchentes. O estudo abordado consiste em entender melhor o regime de chuvas e os eventos extremos, para assim direcionar futuros planejamentos de drenagem urbana.

Figura 6 - Distribuição mensal dos valores máximos anuais do município de Serra Talhada-PE no período 1912-2019).



Fonte: Autor, 2020.

CONCLUSÕES

Diante da análise estatística de dados pluviométricos do município de Serra Talhada-PE, observou-se que há uma grande variabilidade sazonal e interanual nos índices das precipitações analisadas para todo o período estudado da série histórica mensal acumulada, entre os anos de 1993 a 2019.

Analisando o desvio padrão de acordo com a amplitude dos valores com relação à média mensal acumulada da série, constatou-se que algumas precipitações

do período apresentam alta dispersão em relação a média, dessa forma a média não representa de maneira segura os valores precipitados no período.

Nos anos com maiores totais pluviométricos anuais observa-se uma maior tendência a eventos extremos, contudo a intensidade das chuvas independe da variabilidade interanual, mostrando que mesmo em anos de baixos totais pluviométricos anuais podem ocorrer eventos extremos.

O fato do município se localizar no Sertão de Pernambuco em uma região de baixo índice de precipitação anual e longos períodos de seca, o estudo do regime pluviométrico possibilita um melhor planejamento de sistemas alternativos para captação de água das chuvas, e assim potencializar o ciclo de vida útil dessa água.

De acordo com os resultados analisados, pode-se delinear o regime hidrológico do município estudado, como importante instrumento de planejamento.

O estudo identificou e caracterizou a quadra chuvosa da região, a qual ocorre de janeiro a abril e identificou o mês de março como o mais chuvoso, sendo esta uma importante informação para realização do planejamento e gerenciamento hídrico.

Os coeficientes de IDF foram determinados com a série pluviométrica disponível e gerou-se a equação de chuvas intensas para região.

Assim conclui-se essa pesquisa sobre o comportamento pluviométrico do município de Serra Talhada-PE, a fim de servir como base acadêmica e técnica para auxiliar estudos futuros, acerca de chuvas intensas, recursos hídricos e planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **A Gestão de Recursos Hídricos em Pernambuco**. 2019. Disponível em: <<http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/panorama-dos-estados/pe>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Chuvas**. 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/chuvas#wrapper>>. Acesso em: 27 de março de 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/atlantico-ne-oriental>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **O que é Singreh?**. 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>>. Acesso em: 19 de maio de 2020.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas**. 2020. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5>. Acesso em: 11 de abril de 2020.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Monitoramento pluviométrico**. 2020. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php#>>. Acesso em: 15 de maio de 2020.

AZEVEDO, P. S.; PEREIRA, F. W. L.; PAIVA, S. A. R. **Água, Hidratação e Saúde**. Água, São Paulo, 2016.

Disponível em:

<http://sban.cloudpainel.com.br/source/Agua-HidrataAAo-e-SaAde_Nestle_.pdf>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

BACK, A. J. **Relações entre precipitações intensas de diferentes durações ocorridas no município de Urussanga, SC**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.13, p.170–175, 2009.

BASSO, R. E.; ALLASIA, D. G.; TASSI, R. **Vazão de projeto na microdrenagem em locais sem dados de precipitação: estudo para o Rio Grande do Sul**.

Ambiente Construído, Porto Alegre. 2019.

BELL, F.C. **Generalized rainfall-duration-frequency relationships**. Journal of the Hydraulics Division, New York, v. 95, n.1, p. 311-327, 1969.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4ª. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2007.

BRASIL. INMET – Instituto Nacional de Tecnologia. **Nota Técnica nº 001**. 2011. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo_iframe/pdf/Nota_Tecnica-Rede_estacoes_INMET.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 19 de março de 2020.

BRASIL. Marinha do Brasil. Ministério da Defesa. **MB instala novo pluviógrafo em Ladário (MS) e reforça estudos na região.** 2017. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/mb-instala-novo-pluviografo-em-ladario-ms-e-reforca-estudos-na-regiao>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água.** 2020 Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/agua.html>>. Acesso em: 19 de março de 2020.

BRASIL. Senado Federal. **Demanda por água será cada vez maior em todo mundo.** 2020. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/contexto/demanda-sera-cada-vez-maior-em-todo-o-mundo#:~:text=Entretanto%2C%20apesar%20de%20a%20situa%C3%A7%C3%A3o,baixa%20demanda%20de%20atividade%20produtiva.>>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

CAMARGO, A. P. **A água no solo para agricultura.** V.57. Campinas. São Paulo. 2005.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

CHAGAS, V. B. P. **Análise nas mudanças dos regimes de precipitação e vazão no Sul do Brasil entre 1975 e 2010.** 103 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis-SC, 2016. Disponível em:

<<http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/TCC-Vinicius.pdf>>. Acesso em: 01 de abril de 2020.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **PROGRAMA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA REGIÃO NORDESTE**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2001.

Disponível em:

<https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/programa_agua_subterranea_nordeste.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Serra Talhada, Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAEE/CETESB - Departamento de Águas e Energia Elétrica e Companhia de Tecnologia de Saneamento. **Drenagem Urbana: Manual de Projeto**, São Paulo. 1980.

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S. **Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-freqüência para Pelotas - RS**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal. v. 28, n. 2, p. 245-255, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162008000200005>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

Farol de Noticias. **Chuva de apenas 20 minutos alaga bairros em Serra Talhada**. Disponível em: <<https://faroldenoticias.com.br/chuva-de-apenas-20-minutos-alaga-bairros-de-serra-talhada-neste-sabado-10-veja-imagens-exclusivas/>>. Acesso em: 13 de abril de 2020.

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. dos S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORREIA, M. M.; SANTOS, P. R. dos. **Qualidade físico-química das águas utilizadas no perímetro irrigado cachoeira II**. Serra Talhada, Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias Vol.4, n.1, Recife, Jan./Mar. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Pernambuco**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe.html>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Monografias municipais: Nordeste/Pernambuco, Serra Talhada**. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2980/momun_ne_pe_serratalhada.pdf>. Acesso em: 21 de abril de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pernambuco – Panorama**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pernambuco**. 2020. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/atlas_educacionais/atlas_geografico_escolar/mapas_do_brasil/mapas_estaduais/fisico/pernambuco.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Serra Talhada – Panorama**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/serra-talhada/panorama>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil. **Instrumentos meteorológicos**. 2020. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=instrumentos>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

JORGE, F. V. **A dinâmica pluvial do clima subtropical: variabilidade e tendência no sul do Brasil**. 181 p. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Paraná), Curitiba – PR, 2015. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45152/R%20-%20T%20-%20FELIPE%20VANHONI%20JORGE.pdf>>. Acesso em: 02 de abril de 2020.

LAMANA, C. X. **Ciclo hidrológico**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2010. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Ciclo-Hidrologico-1376.html?tpl=printerview>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

MARTINS, B. C. **Planejamento Urbano e Regional** [recurso eletrônico] / Organizadora Bianca Camargo Martins. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/06/E-book-Planejamento-Urbano-e-Regional.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2020.

MARTINS, J. R. S. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2012. Disponível em: <https://www.bariri.sp.gov.br/arquivos/28_gestaodrenagem.pdf>. Acesso em: 14 de abril de 2020.

MAY, S.; PRADO, R.T.A., **Estudo de Viabilidade de Aproveitamento de Água de Chuva para o consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2004.

MEDEIROS. M. C. de.; LUZ. E. L. P. de.; MEDEIROS. R. M.; KOZMHINSKY. M. et al. **Variabilidade espacial e temporal da precipitação no município de Serra Talhada – PE**. UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil. 2016.

Mello. C. R. de.; Silva. A. M.; Lima. J. M.; Ferreira. D. F.; Oliveira. M. S. **Modelos matemáticos para predição da chuva de projeto para regiões do estado de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.7, p.121-128, 2003.

MENDONÇA, E. A. **Análise de precipitação nas mesorregiões do Estado de Pernambuco**. Tese de Doutorado (Curso de pós-graduação em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2016.

MIRANDA, R. A. C.; OLIVEIRA, M. V. S.; SILVA. D. F. **Ciclo Hidrológico Planetário: abordagens e conceitos**. Instituto de Geografia - Departamento de Geografia Física - Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. Ano 12,

v.1, 2010. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/1461/1226>>. Acesso em: 02 de abril de 2020.

NETA, A. P. F. **Gestão de recursos hídricos na bacia do rio gramame**. 2018. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).

PICKBRENNER, K. WESCHENFELDER, A. B.; PINTO, E. J. A. **Metodologia para definição de equações intensidade-duração-frequência (IDF) e exemplo de aplicação para o município de Cristal, Rio Grande do Sul**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17 a 22 de nov. Bento Gonçalves/RS. 2013.

PINTO, F.R.L. **Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo: estimativa e espacialização**. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998.

RIGHETTO, A. M.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A. **Manejo de águas pluviais urbanas**. In: Righetto, A. M. (coordenador). *Manejo de Águas Pluviais Urbanas*. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

RODRIGUES, R. de A.; CASTRO, S. S. de. **Contribuição ao estudo da gênese das chuvas na cidade de Araguari (MG) durante a estação chuvosa 2001 - 2005**. Caminhos da Geografia, 2007.

SANCHES, R. G.; SILVA, M. S, D.; SANTOS, B. C.; PEREIRA, D. N. B. **Proposta de pluviômetro de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem Arduino.** XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017. Disponível em:
<<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2416/1652>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria Aplicada.** 371 p. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

SHUBO, T. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana.** 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na área da saúde pública), Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro-RJ, 2003. Disponível em:
<<https://teses.icict.fiocruz.br/pdf/shubotcm.pdf>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

SILVA, B. M. **Chuvas intensas em localidades do Estado de Pernambuco.** 116 p. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, 2009. Disponível em:
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5222/1/arquivo2398_1.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

SILVA, C. C. S. **Análise da Complexidade da Precipitação Mensal no estado de Pernambuco utilizando o Sapply Entropy.** Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

Silva, D. D.; Gomes Filho, R. R.; Pruski, F. F.; Pereira, S. B.; Novaes, L. F. **Chuvas intensas no Estado da Bahia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, 2002.

SILVA, E. C. **Variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica da região Metropolitana do Recife**. Tese de Doutorado (Curso Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018.

SILVA. R. O. B. da.; MONTENEGRO. S. M. G. L.; SOUZA. W. M. de. **Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco**. Pernambuco. Brasil. 2017.

SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia urbana no Brasil**. In: Braga, B.; Tucci, C. e Tozzi, M. Drenagem Urbana – Gerenciamento, Simulação, Controle, Porto Alegre: ABRH. 1998.

SMDUSP - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos**. São Paulo: SMDU, vol.2, 2012.

SOUZA, R. M. S. **Sazonalidade da chuva e dos fluxos de energia, água e carbono em áreas de caatinga e pastagem no semiárido pernambucano**. Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2017.

TISCHER, L. P. **Equações de chuvas intensas no Estado de Roraima**. 76 p. Trabalho de conclusão de curso

(Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Roraima. Boa Vista – RR, 2015. Disponível em: <http://ufr.br/engcivil/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=112:tcc-luis-tischer-2015&id=25:tcc-2015&Itemid=336>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

TORRICO, J. J. T. **Práticas hidrológicas**. Rio de Janeiro: Transcom, 1974.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das cidades, Global Water Partnership, World Bank, Unesco, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 4ª ed. 2009.

VERSYPLE. M. I.; MACHADO. J.; ANDRADE. J. S. C. O.; WANDERLEY. R. A. **Microrregião Pajeú: economia, clima e desenvolvimento da agricultura através de modelo digital do terreno**. Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco. 2015. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/478/1238>>. Acesso em: 14 de abril de 2020.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975.

WIKIPÉDIA. **Lista de mesorregiões e microrregiões de Pernambuco**. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_mesorregi%C3%B

5es_e_microrregi%C3%B5es_de_Pernambuco>. Acesso em: 10 de abril de 2020.