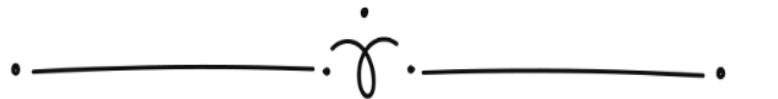


## CAPÍTULO 2



### EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS PARA A CIDADE DE BUÍQUE-PE

*Amanda Mayanne Pereira de Almeida<sup>1</sup>*

*Eduardo Cabral da Silva<sup>2</sup>*

*Arianny Élica Amorim Simões<sup>3</sup>*

*Alany Raquel Souza<sup>4</sup>*

*Sarah Raquel Araújo Mesquita<sup>5</sup>*

*Clauton de Almeida Silva<sup>6</sup>*

#### RESUMO

Nos últimos anos uma grande parte dos municípios brasileiros vem enfrentando diversos problemas socioambientais, principalmente no que diz respeito as precipitações intensas. O presente estudo foi realizado na cidade de Buíque-PE, local que apresenta diversos eventos de precipitações intensas, que acabam ocasionando enchentes. Para que possam ser realizadas propostas de intervenção é necessário conhecer o regime hidrológico da região e a sua equação de chuvas intensas (IDF), tendo em vista que para o dimensionamento de obras hidráulicas esses

---

<sup>1</sup> amanda.mayanne22@hotmail.com

<sup>2</sup> eduardo.csilva@professores.unifavip.edu.br

<sup>3</sup> ariannyamrim@gmail.com

<sup>4</sup> arsars17@hotmail.com

<sup>5</sup> sarah.raquel.mesquita@gmail.com

<sup>6</sup> eng.clautonalmeida@hotmail.com

parâmetros são imprescindíveis. Os dados de precipitações utilizados no estudo, foram obtidos através da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e corresponde aos anos de 1921 a 2018, os mesmos possuem algumas discrepâncias, totalizando um período de 61 anos. Como os valores de precipitações são obtidos para uma discretização temporal de 24 horas, foi necessário realizar a desagregação de chuvas, pelo método estabelecido pelo DAEE/CETESB (1980) em períodos fracionados. Posteriormente, com os dados desagregados foi possível obter os parâmetros a serem substituídos na equação geral de chuvas intensas, determinando a IDF para o município de Buíque-PE de acordo com o seu regime pluviométrico.

**Palavras-chave:** Chuvas intensas. Intensidade. Duração. Frequência.

## INTRODUÇÃO

Como uma consequência do êxodo rural, em decorrência da Revolução Industrial, houve uma grande expansão do território urbano. Fato que possibilitou o surgimento de diversos impactos na infraestrutura dos municípios brasileiros, relacionados a deficiência no planejamento e gerenciamento dessas áreas por meio dos governantes. Em decorrência desses problemas, algumas mudanças ambientais também foram desencadeadas, gerando uma variação climática e pluviométrica (MIGUEZ, VERÓL E REZENDE, 2015).

De acordo com Cecílio et. al. (2009, p. 82-92), as variações são marcadas por chuvas intensas em pequenos intervalos de tempo e mudanças bruscas no clima. Estas acabam resultando em grandes escoamentos superficiais, causando danos e prejuízos, devido a ocorrência de enchentes, alagamentos, ilhas de calor, erosões no solo e assoreamento nos corpos hídricos.

Para que sejam realizadas propostas de intervenção e para que seja possível realizar o dimensionamento das obras de caráter hidráulico, um dos principais elementos que deve ser levado em consideração são os dados hidrológicos, ou

seja, as precipitações. Tendo em vista que a mesma será utilizada para determinar a intensidade de chuvas, através das equações de chuvas intensas ou curva de Intensidade – Duração – Frequência (IDF), no qual por meio de estatísticas é possível analisar os eventos extremos (ALMEIDA, 2019).

Dias (2010) afirma que as equações de chuvas intensas são obtidas por meio de dados hidrológicos, monitorados em um determinado intervalo de tempo, com o uso de instrumentação de quantificação de precipitação, sendo os pluviômetros um dos mais conhecidos e aplicados. Permitindo assim estabelecer os parâmetros  $k$ ,  $m$ ,  $d$  e  $n$  que compõe essa equação (IDF).

Silva (2018), afirma que para ser realizada uma análise hidrológica e o desenvolvimento de uma IDF, é necessário uma série de dados de no mínimo 30 anos, com as precipitações máximas. Contudo, a realidade brasileira de monitoramento é bastante deficiente. Os dados pluviométricos são encontrados com mais frequência na escala diária, o que exige para fins de elaboração da equação de chuvas intensas, o processo de desagregação de chuvas que implica no fracionamento das chuvas diárias. Esse processo de desagregação de chuvas apresenta resultados satisfatórios e tem a vantagem de ser de simples utilização.

São empregados com muita frequência, os coeficientes de desagregação disponibilizados e desenvolvidos pelo DAEE/CETESB (1980).

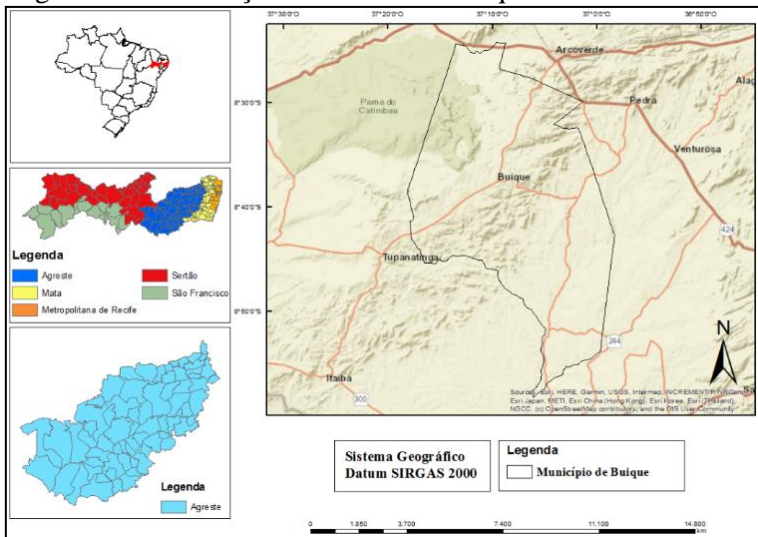
Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de realizar uma análise hidrológica e a determinação da equação de chuvas intensas (IDF) da cidade de Buíque-PE.

## **METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

O município de Buíque está localizado no Agreste pernambucano, entre a latitude 08°37'23'' sul e longitude 37°09'21'' oeste, pertencente ao semiárido brasileiro e sendo inserido na região do Vale do Ipanema. Pertencente a bacia hidrográfica do Rio Ipanema e tendo o reservatório do Mulungu como principal fonte de abastecimento, com uma capacidade de 1.281 m<sup>3</sup>. A Figura 1 apresenta a localização da cidade.

Figura 1 – Localização da Cidade de Buíque-PE



Fonte: Elaboração própria.

## Análise Hidrológica e Equação de Chuvas Intensas

Para a realização da análise hidrológica foi necessário obter os dados de precipitação do município de Buíque-PE, através do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Os dados pluviométricos disponibilizados correspondem aos anos de 1921 a 2018, com algumas descontinuidades, totalizando um período de 61 anos. Esses valores de precipitação estão disponibilizados em uma discretização temporal de 24 horas, portanto foi necessário realizar o processo de desagregação, com os valores

máximos anuais, através dos coeficientes disponibilizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes de Desagregação de Chuvas Propostos Pelo DAAE/CETESB (1980).

Relação entre durações	CETESB (1980)
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
20min/30min	0,81
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
2h/24h	-
3h/24h	-
6h/24h	0,72
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: Silva, 2018.

Após esse processo foi possível obter os parâmetros  $k$ ,  $m$ ,  $d$  e  $n$  que compõem a equação de chuvas intensas (KRULL, 2016) para o município, os quais foram substituídos na equação geral de chuvas intensas, conforme a Equação 1.

$$i = \frac{k \cdot T R^m}{(t+d)^n} \quad (1)$$

Onde:

$i$  = intensidade pluviométrica (mm/h);

TR = tempo de retorno (anos);

$t$  = duração da chuva (min);

$k$ ,  $m$ ,  $d$  e  $n$  = parâmetros obtidos por meio dos dados pluviométricos.

Para o cálculo das intensidades pluviométricas e posterior elaboração da curva IDF, foram utilizadas as seguintes durações de chuvas 5, 10, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos e os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

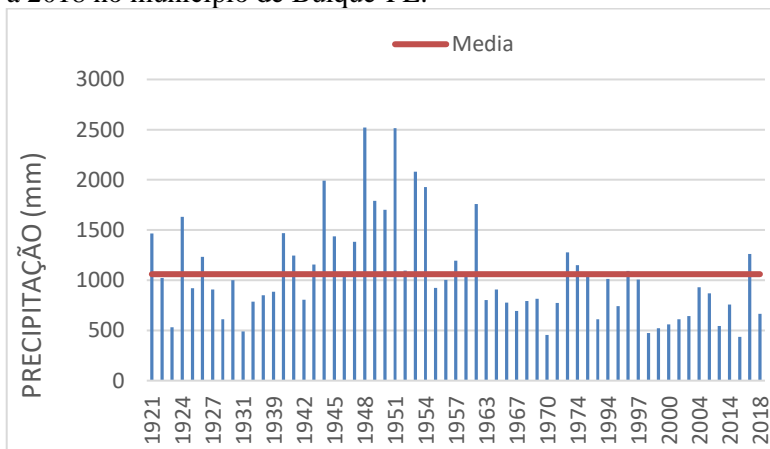
### **Análise Hidrológica e Equação de Chuvas Intensas**

O Gráfico 1 apresenta os totais pluviométricos anuais do período de 61 anos, da cidade Buíque-PE, o qual retrata uma média anual de precipitação de 1.060,47 mm. Através do mesmo, é observado uma grande variação da pluviometria com a maioria dos anos apontando-se abaixo da média anual. Alguns anos apresentam destaques de precipitação máximas e mínimas, assim como o ano de 1948 com a maior precipitação desse período, 2.519,9mm e o ano de 2016, com



a menor correspondendo a 437,2mm. É notável que a partir do ano de 1965 ocorreu uma redução da precipitação, sem grandes alterações até o ano de 2018.

Gráfico 2 – Acumulado anual de precipitação do período de 1921 a 2018 no município de Buíque-PE.

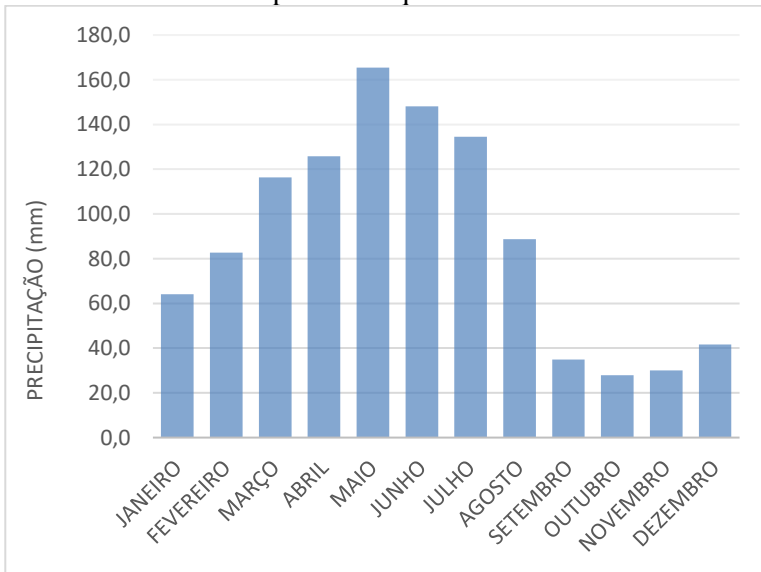


Fonte: Elaboração própria.

No entanto, o Gráfico 2 mostra a variabilidade sazonal da precipitação média durante os meses do ano, para o período de 1921 a 2018 no município de Buíque. Analisa-se que com a chegada do inverno, no trimestre de maio (165,5 mm), junho (148,1 mm) e julho (134,6 mm), o município apresenta um período mais chuvoso, por consequência aumenta a ocorrência do período de chuvas intensas. Por outro lado, nos meses de setembro (34,9 mm),

outubro (27,9 mm) e novembro (30,1 mm), há um acúmulo menor de precipitação. Os meses com o maior e menor acúmulo mensal de precipitação, correspondem, respectivamente, a maio (165,5 mm) e outubro (27,9 mm).

Gráfico 3 – Variabilidade sazonal da precipitação do período de 1921 a 2018 no município de Buíque-PE



Fonte: Elaboração Própria.

De acordo com os dados de precipitação, foi determinado os parâmetros que compõem as equações de chuvas intensas (IDF), através das séries de máximos anuais do período de 1921 a 2018. Devido a disponibilidade dos dados pluviométricos serem com discretização temporal de

24 horas, houve a necessidade do processo de desagregação das chuvas com os coeficientes estabelecidos pelo DAEE/CETESB (1980).

Posterior ao processo de desagregação de chuvas foi possível estabelecer os parâmetros da equação de chuvas intensas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros da equação de chuvas intensas para o município de Buíque-PE

k	693,45
m	0,1387
d	7
n	0,7364

Fonte: Elaboração própria.

Esses parâmetros foram substituídos na equação geral de chuvas intensas expressa pela Equação 1, resultando na equação de chuvas intensas para a cidade de Buíque-PE, expressa na Equação 2.

$$i = \frac{693,45 \cdot TR^{0,1387}}{(t+7)^{0,7364}} \quad (2)$$

Por meio da equação de chuvas intensas do município (Equação 2), foi possível determinar as intensidades

pluviométricas em função das durações de chuvas de 5, 10, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos e tempo de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos. Sendo obtidos os seguintes resultados expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Intensidades de precipitações (mm/h) da cidade de Buíque-PE

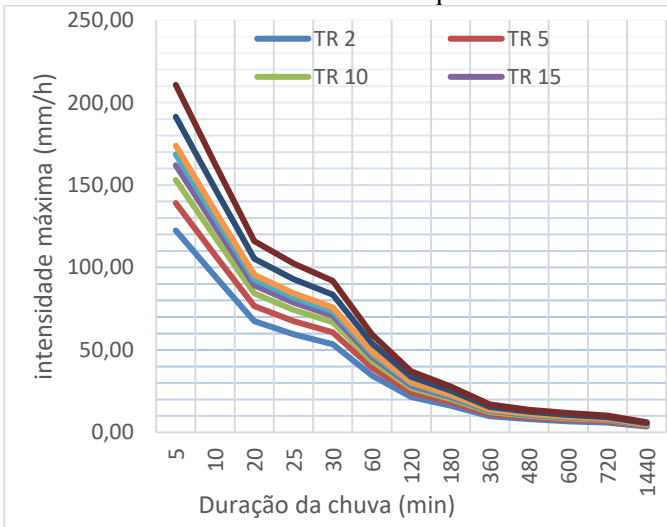
Duração (minutos)	Tempo de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	122,48	139,08	153,11	161,97	168,56	173,86	191,40	210,72
10	94,77	107,61	118,47	125,32	130,43	134,53	148,10	163,05
20	67,41	76,54	84,27	89,14	92,77	95,69	105,34	115,97
25	59,48	67,54	74,36	78,66	81,86	84,43	92,95	102,33
30	53,45	60,69	66,82	70,68	73,56	75,87	83,53	91,96
60	34,52	39,20	43,15	45,65	47,51	49,00	53,94	59,39
120	21,55	24,47	26,94	28,50	29,66	30,60	33,68	37,08
180	16,21	18,41	20,26	21,44	22,31	23,01	25,33	27,89
360	9,87	11,20	12,33	13,05	13,58	14,01	15,42	16,97
480	8,01	9,10	10,01	10,59	11,02	11,37	12,52	13,78
600	6,81	7,73	8,51	9,01	9,37	9,67	10,64	11,72

720	5,96	6,77	7,46	7,89	8,21	8,47	9,32	10,26
1440	3,59	4,08	4,49	4,75	4,94	5,10	5,61	6,18

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados dispostos na Tabela 3, foi possível elaborar a curva IDF do município de Buíque-PE, disposta no Gráfico 3.

Gráfico 4 – Curva IDF da cidade de Buíque-PE



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 3, pode-se afirmar que as chuvas de maiores intensidades possuem pequenas durações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise hidrológica e a elaboração da equação de chuvas intensas para o município de Buíque-PE, no qual é de suma importância para o dimensionamento de obras hidráulicas. Para a realização da IDF destaca-se os trabalhos realizados por Silva (2018) e Almeida (2019), que serviram como base para este estudo.

Pode-se concluir que o município de Buíque-PE, apresenta um regime hidrológico bastante heterogêneo durante o período em questão (1921 a 2018). Ainda foi possível estabelecer a equação de chuvas intensas, que servirá como base para o dimensionamento de obras hidráulicas no município e até mesmo para municípios que apresentem as mesmas características geográficas e climáticas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. P. **Proposta de Implantação de uma Bacia de Detenção para Mitigação de Enchentes no Centro da Cidade de Buíque – PE.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – UNIFAVIP|WYDEN.

APAC, Agência Pernambucana de Água e Clima. **Monitoramento Pluviométrico.** <Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>> Acesso em: 21 out. 2019.

CECÍLIO, R. A. *et. al.* **Avaliação de Interpoladores para os Parâmetros das Equações de Chuvas Intensas no Espírito Santo.** *Ambi-Água*, Taubaté, v.4, n.3, p.82-92, 2009.

DIAS, F. S. ANTUNES, P. T. S. C. **Estudo Comparativo de Projetos de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica.

KRULL, G. L. **Dimensionamento de Bacia de Detenção em Sistemas de Drenagem Adequados para Controle de Inundações Urbanas.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Roraima.

MIGUEZ, M. G. VERÓL, A. P. REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à**

Sustentabilidade. 2015.1º ed. – Rio de Janeiro – **Elsevier Editora Ltda.**

**SILVA, E. C. Viabilidade Espaço – Temporal da Pluviosidade da Região Metropolitana de Recife.** 2018. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco.