

LEVANTAMENTO DE DADOS DECORRENTES DA DESAGREGAÇÃO DE CHUVAS DIÁRIAS PLUVIOMETRICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS – PB

Natanael Batista Pereira Alves¹; Isabel Alves Pimenta Gabriel²; Alice Pedrosa Correia³; Ana Cecília Novaes de Sá⁴; Roberto Ferreira Barroso⁵.

¹ *Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – E-mail: natan_b_p_a@hotmail.com*

² *Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - E-mail: beelpimenta@gmail.com*

³ *Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – E-mail: alicepedrosac@gmail.com*

⁴ *Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – E-mail: ananovaes@gmail.com*

⁵ *Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Campina Grande – E-mail: barrosoroberto@hotmail.com*

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial tem sido bastante estudada em diferentes regiões do mundo, em face de sua importância no ciclo hidrológico e na manutenção dos seres vivos no planeta. Deste modo, a análise do comportamento das chuvas se torna importante, uma vez que possibilita detectar tendências ou alterações no clima, em escalas locais ou regionais, e com a devida compreensão tornam-se um elemento de análise na organização e no planejamento territorial e ambiental, em função do elevado grau de interferência, impacto e repercussão no tempo e espaço. (Sant' Anna Neto, 2000).

A região do Nordeste do Brasil (NE) é caracterizada por elevadas temperaturas ao longo do ano e conta com a presença de quatro tipos de climas bem marcantes: clima equatorial úmido, clima litorâneo úmido e clima tropical semiárido. A precipitação pode ser considerada a principal variável meteorológica presente do Nordeste, com um regime de chuvas não uniforme possui uma variação interanual e sazonal que implica na quantidade de precipitação da região. (Meneghetti e Ferreira (2009).

De acordo com Nimer (1971), a Região Nordeste do Brasil se constitui num “ponto final” de 4 sistemas de correntes atmosféricas, cuja circulação é acompanhada de instabilidade e chuvas. Sendo esta, a principal característica responsável pelos regimes pluviométricos da região. Tendo assim a grande maioria dos estudos sobre precipitação utilizando o método geral de definição de tendências pluviométricas em longos períodos de tempo, para que se possa analisar a variabilidade real dos

valores médios (HURST, 1950, apud MEIS et al., 1981; LEOPOLD et al., 1964; MEIS et al., 1981, FIGUEIRÓ & COELHO NETTO, 2004).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo, obter as relações de intensidade duração e frequência das chuvas intensas, por meio das curvas IDF de forma a adquirir a determinação da equação de chuvas intensas por meio da análise de 74 anos dos dados pluviométricos do município de Patos – PB.

METODOLOGIA

Patos é um município brasileiro no estado da Paraíba, na mesorregião do Sertão Paraibano. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2016 sua população foi estimada em 107.06 habitantes (Figura 1).

Figura 1 – Localização do município de Patos – Paraíba



Fonte: Google Imagens

Utilizou-se a série histórica de dados pluviométricos de chuva diária do município de Patos, abrangendo dados obtidos na Agência Nacional das Águas (ANA) e na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), para o levantamento de dados necessários ao referente estudo supracitado.

A série histórica de chuva máxima diária anual obtida da base de dados de chuvas diárias foi submetida ao ajuste da distribuição de probabilidade Gumbel, com a utilização de método dos momentos para estimativa de seus parâmetros. Após este ajuste, alcançaram-se valores de chuva máxima diária anual referente aos períodos de retornos de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 e 100 anos.

Os valores supracitados foram sujeitos ao processo desagregação apresentados pela CETESB (1986). Este procedimento possibilita então a obtenção de alturas de precipitação para as durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 min. Os valores de intensidade de chuva para as durações de 5 a 1440 mm e períodos de curvas i-df são definidas pela equação matemática

de chuvas do tipo:

$$I = \frac{C}{(t + b)^n} \quad \text{ou} \quad I = \frac{K(TR)^m}{(t + b)^n} \quad (1)$$

Onde: $C = K(TR)^m$; K , m , n e b são parâmetros empíricos da equação; I a intensidade de chuva, em mm/h; TR o período de retorno, em anos; e t a duração da chuva em min. Com a transformação logarítmica da equação 1 obtém-se:

$$\text{Log } I = \text{log } C - n \text{ log}(t + b) \quad (2)$$

A qual é semelhante à equação linear $y = A - Bx$, em que $y = \log(I)$ e $x = \log(t+b)$. A aplicação de logarítmicos aos dados de intensidade de chuva I e aos valores de tempo $(t + b)$ resultou em relações lineares entre as duas variáveis transformadas, que aplicando ajustes de regressão lineares através do método de ajuste dos mínimos quadrados obtiveram-se equações lineares para os diferentes valores de períodos de retornos, estimando-se os parâmetros n e b da equação 1.

A transformação logarítmica da relação $C = K(TR)^m$ resultou na equação linear **$\text{Log } I = \text{log } C - n \text{ log}(t + b)$** , em que o $\text{log } C$ é o coeficiente linear da equação 2. O ajuste da equação linear aos dados transformados $\text{log } TR$ versus $\text{log } C$, usando o método dos mínimos quadrados permitiu a obtenção dos parâmetros m e K da equação 1 de chuvas intensas.

A avaliação do ajuste dos parâmetros da equação IDF foi realizada pelo coeficiente de determinação R^2 , obtida pelo quadrado do valor de r fornecido pela equação 3.

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X}).(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X}).(Y - \bar{Y})}} \quad (3)$$

No qual: X – valores observados; \bar{X} – valores médios observados; Y – valores estimados; \bar{Y} – valores médios estimados. Todas as etapas deste trabalho foram desenvolvidas empregando-se planilhas eletrônicas Excel©.

Em alguns casos é necessário supor valores de eventos associados a recorrências muito altas, cujas frequências ainda não foram alcançadas, como por exemplo, estruturas civis, onde pode ocorrer algum erro do homem. Em tais circunstâncias é recomendável o uso de Distribuições Teóricas de Probabilidades, as quais devem ser adequadas para estimativa das frequências observadas, sendo que estas são determinadas pelas características dos dados.

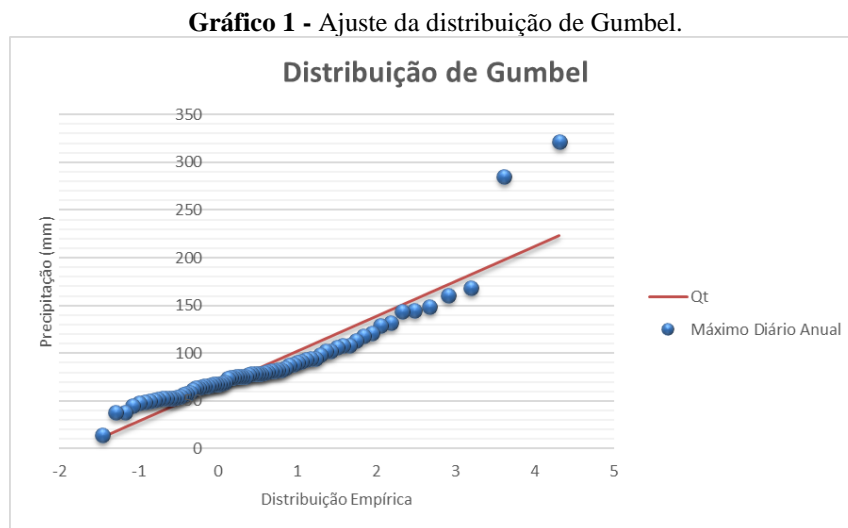
De acordo com Ven Te Chow algumas funções de probabilidades, superposta à Hidrologia, objetivando a associação do valor (magnitude) da variável à probabilidade de sua ocorrência, pode ser representada pela seguinte equação:

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S$$

A qual X_{TR} é o valor da variável associada à recorrência TR, \bar{X} é a média aritmética da série histórica, S é o desvio padrão e K_{TR} é o fator associado à frequência, sendo função de TR e da distribuição de probabilidades. Também conhecida como “variável reduzida”. Sendo de caráter fundamental para estudos das probabilidades na hidrologia.

RESULTADOS E DISCURSSÃO

O Gráfico 1 apresenta, a distribuição de Gumbel de chuvas máximas para o município de Patos-PB obtidas a partir da análise da série histórica.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

A tabela 1 apresenta os valores de intensidades de chuvas com tempos de duração entre 5 à 1440 minutos para os períodos de retorno de, respectivamente 2, 5, 10, 20, 25, 50, 75 e 100 anos, obtidos a partir da desagregação das chuvas máximas diárias fornecidas pelo ajuste da distribuição Gumbel, juntamente com as curvas de intensidade de chuva fornecidas pela equação de chuva ajustada, apresentados no Gráfico 2.

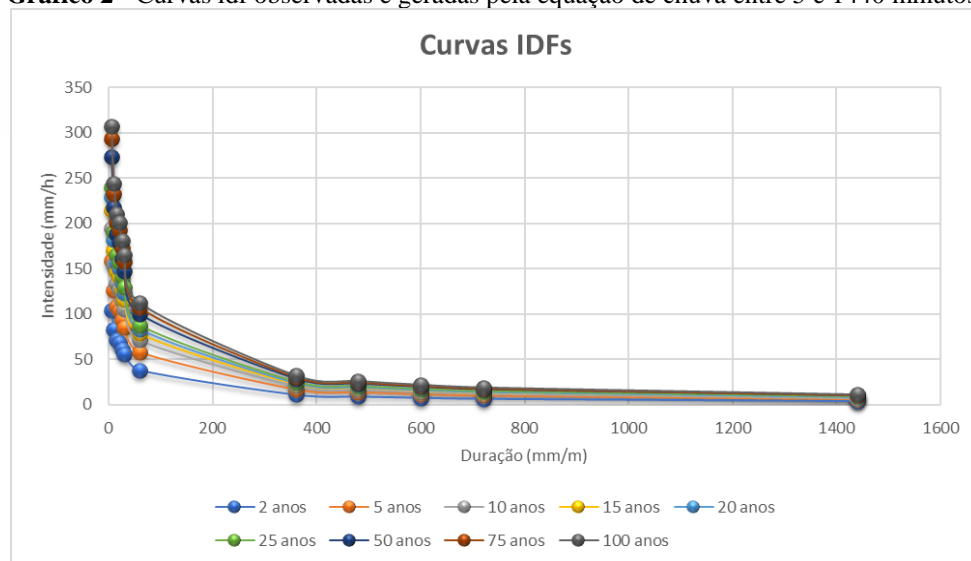
Tabela 1 - Apresenta os valores de intensidade de chuva em diferentes durações e períodos de retorno.

| Tempo – min. | 2 anos | 5 anos | 10 anos | 15 anos | 20 anos | 25 anos | 50 anos | 75 anos | 100 anos |
|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 5 | 103.86 | 158.28 | 194.31 | 214.64 | 228.87 | 239.84 | 273.61 | 293.24 | 307.13 |
| 10 | 82.47 | 125.69 | 154.30 | 170.45 | 181.75 | 190.46 | 217.28 | 232.87 | 243.90 |
| 15 | 71.27 | 108.62 | 133.35 | 147.30 | 157.07 | 164.59 | 187.77 | 201.24 | 210.78 |
| 20 | 67.97 | 103.59 | 127.17 | 140.48 | 149.79 | 156.97 | 179.08 | 191.92 | 201.02 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 25 | 61.09 | 93.10 | 114.30 | 126.26 | 134.63 | 141.08 | 160.95 | 172.49 | 180.67 |
| 30 | 55.94 | 85.26 | 104.67 | 115.62 | 123.29 | 129.19 | 147.39 | 157.96 | 165.45 |
| 60 | 37.80 | 57.61 | 70.72 | 78.12 | 83.30 | 87.29 | 99.59 | 106.73 | 111.79 |
| 360 | 10.80 | 16.46 | 20.21 | 22.32 | 23.80 | 24.94 | 28.45 | 30.49 | 31.94 |
| 480 | 8.78 | 13.37 | 16.42 | 18.14 | 19.34 | 20.26 | 23.12 | 24.78 | 25.95 |
| 600 | 7.38 | 11.25 | 13.81 | 15.25 | 16.26 | 17.04 | 19.44 | 20.84 | 21.83 |
| 720 | 6.38 | 9.72 | 11.93 | 13.18 | 14.05 | 14.72 | 16.80 | 18.00 | 18.85 |
| 1440 | 3.75 | 5.72 | 7.02 | 7.75 | 8.26 | 8.66 | 9.88 | 10.59 | 11.09 |

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Gráfico 2 - Curvas idf observadas e geradas pela equação de chuva entre 5 e 1440 minutos.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

As regressões lineares dos valores de $\log I$ e $\log (t + b)$ resultaram em valores de n e b de 0,751 e 2,942 respectivamente com $R^2 = 0,9994$. Já a regressão linear realizada sobre os valores $\log C$ e $\log TR$ forneceu valores de K e m de 18,9537 e 0,113, respectivamente com $R^2 = 0,9549$. Finalmente obteve-se a equação de chuvas intensas para o município de Patos, válida para períodos de retornos entre 2 e 100 anos.

Após a determinação dos parâmetros (K , m , b e n) da equação IDF, escrevemos a equação geral que representa a intensidade-duração-frequência da cidade de Patos-PB.

$$I = \frac{(18,9537 \times Tr^{0,113})}{(D + 13)^{0,751}}$$

CONCLUSÃO

Através das análises estatísticas obtivemos a distribuição Gumbel que ajustou-se perfeitamente aos dados da série histórica de chuvas intensas máximas de 74 anos dos dados pluviométricos do município de Patos – PB, ocorrendo assim a desagregação da chuva máxima para duração de 5 a 1440 minutos, que por meio desse método teremos a equação de chuvas intensas do município. Dessa forma, fica nítido a importância desse estudo como meio de contribuição de dados técnicos para o município, de forma a possibilitar um dimensionamento de obras de drenagem mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: www.aesa.pb.gov.br/. Acesso em: 01/10/2017
- ANA – Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 05/10/2017.
- CETESB - Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/. Acesso em: 01/10/2017.
- FIGUEIRÓ, A. S.; COELHO NETTO, A. L. Climatic variability and pluviometric trends in a humid tropical environment at Resende municipality in the middle Paraíba do Sul river valley: SE Brazil. *Journal of Hydrology*, 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05/10/2017.
- MENEGHETTI, G. T.; FERREIRA, N. J. Variabilidade sazonal e interanual da precipitação no Nordeste Brasileiro. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1685-1689.
- NIMER, E. Análise da precipitação na região do Cariri cearense. *Revista Brasileira de Geografia*, 33 (1), jan./mar. 1971.
- SANT' ANNA NETO, J.L. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT' ANNA NETO, J.L. & ZAVATINI, J. A. Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas, - Maringá: Eduem, 2000; p. 95 -120.